Journal of
Sport Biomechanics

March 2020. Vol 5. Issue 4

Research Paper

# A Comparison Study on the Electrical Activity of Arm Abduction Muscles During Shoulder Abduction and Scaption Between Shooting Disciplines

**Safoura Heshmati[1], Hassan Daneshmandi[1], *Seyyed Hossein Hosseini[1]**

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

Use your device to scan and read the article online

**Citation:** Heshmati S, Daneshmandi H, Hosseini SH. [A Comparison Study on the Electrical Activity of Arm Abduction Muscles During Shoulder Abduction and Scaption Between Shooting Disciplines (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2020; 5(4):250-261. https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.4.5

https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.4.5

CC BY NC

**Article Info:**
**Received:** 22 Oct 2019
**Accepted:** 26 Jan 2020
**Available Online:** 01 Mar 2020

**Key words:**
Archery, Air rifle, Air pistol, Electromyographic activity.

## ABSTRACT

**Objective** Considering the positions that the shooter chooses during shooting in different disciplines, it seems that the activity of deltoid and supraspinatus muscles which are common muscles during movement, varies in different disciplines. Therefore, the purpose of the present study was to evaluate and compare the electrical activity of deltoid and supraspinatus muscles between three shooting disciplines.
**Methods** 24 shooters (8 archers, 8 air pistol shooters, and 8 air rifle shooters) participated in the study. They performed shoulder abduction and scaption at 60 and 90 degrees. The electrical activity of deltoid and supraspinatus muscles was then recorded using surface electromyography. The data were analyzed by using ANOVA and Tukey's test at the significance level of P<0.05.
**Results** The activity of anterior deltoid muscle at 60 and 90 degrees of abduction and the activity of middle deltoid and supraspinatus muscles only at 90 degree of abduction was significantly higher in the archery group than in the air pistol group (P<0.05).
**Conclusion** The higher electrical activity of deltoid and supraspinatus muscles in archery sport may be related to the tensile force of the bow and the greater arm angle at the shoulder joint during this type of shooting compared to air pistol and air rifle shooting.

## Extended Abstract

### 1. Introduction

Athletes in various sports need to perform continuous exercises and strengthen certain muscles of the body to achieve high levels of performance, and have to spend a lot of time training under the predominant physical condition of that sport. As a result, depending on the predominant condition of each sport, the level of muscle activity affecting sports skills is affected [1]. Shooting is one of the most important sports competitions in the world such that the number of gold medals obtained in shooting competitions is equal to that in athletics and swimming competitions [2]. A review of previous studies shows that most researchers have examined shooting disciplines from various other aspects, including posture and postural deformities, musculoskeletal pain, and balance [3-5].

Considering the position that athletes use in different shooting disciplines, it seems that the deltoid and supraspi-

* *Corresponding Author:*
**Seyyed Hossein Hosseini, PhD.**
**Address:** Department of Sports Pathology and Corrective Exercise, Faculty of Physical Education, University of Guilan, Rasht, Iran.
**Tel:** +98 (919) 9196275
**E-mail:** hoseini.papers@gmail.com

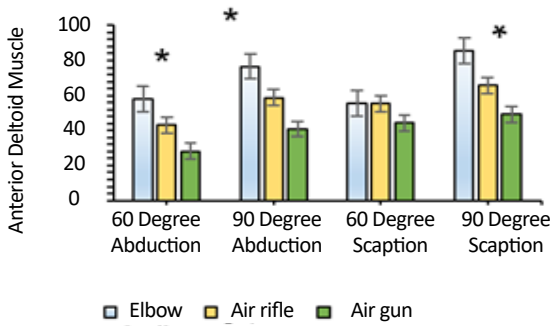



**Figure 1.** Electrical activity of anterior deltoid muscle during abduction and scaption for three shooting groups. *significant difference between archery and air pistol groups

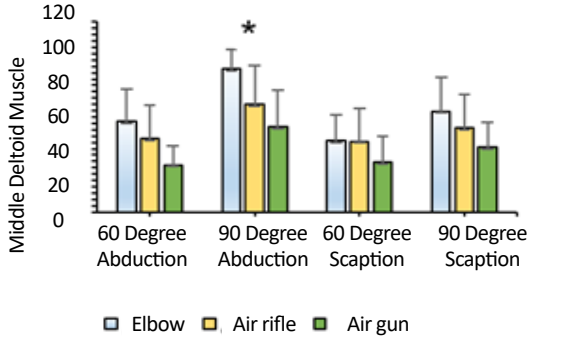



**Figure 2.** Electrical activity of middle deltoid muscle during abduction and scaption for three shooting groups. *significant difference between archery and air pistol groups

natus muscles are involved in performing the movement, each of which has a relative role in each discipline. Moreover, due to the adaptive changes in posture, the position of shoulders may changes and therefore, it is expected that the activity of the muscles involved in sport performance will also change. By studying the electrical activity of muscles while identifying pathological stresses and adaptive muscle weaknesses due to specific shooting sports skills, it is possible to return the level of muscle activity to normal state with appropriate exercise interventions, and play an effective role in maintaining the physical health of athletes through training, prevention and treatment of such weaknesses. In this regard, the aim of this study was to compare the electrical activity of deltoid and supraspinatus muscles in two common positions used by shooters (abduction and scaption).

## 2. Methods

A total of 24 shooters (8 archers, 8 pistol shooters and 8 rifle shooters) participated in the study. They performed shoulder abduction and scaption movements up to 60 and 90 degree angles concentrically, and the electrical activity of deltoid and supraspinatus muscles was then recorded by surface Electromyography (EMG) using an 8-channel EMG device (MegaWin, Finland). The sampling frequency of EMG signals was set to 1000 Hz and the signal-to-noise ratio was 110 dB [6]. After getting familiar with the test and adapting the speed of elevation movement, the subject performed arm elevation movement in abduction plane with the dominant hand and external force.

First, MVIC tests were performed. Then the electrical activity of the deltoid and supraspinatus muscles was recorded during arm elevation in abduction and scaption planes at 60 and 90 degrees while holding a hand weight (5% of body weight) [7]. To analyze the data obtained from EMG, Megavin software and a 10-450 Hz band-pass filter were used [8]. To normalize the EMG signals, the RMS data of each muscle was divided by the MVIC of that muscle and then multiplied by 100. For this purpose, for each muscle, the maximum electrical activity was recorded in 5 seconds and it was used as a reference level for comparisons. Data were analyzed using one-way ANOVA and Tukey's test at the significance level of $P<0.05$.

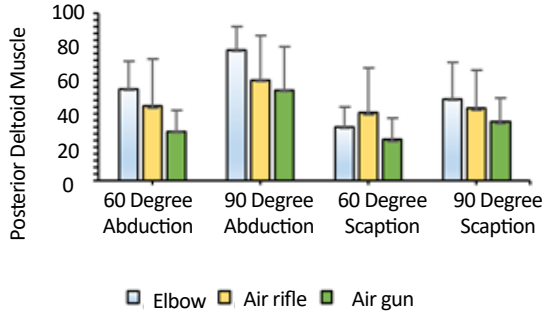



**Figure 3.** Electrical activity of posterior deltoid muscle during abduction and scaption for three shooting groups. *significant difference between archery and air pistol groups

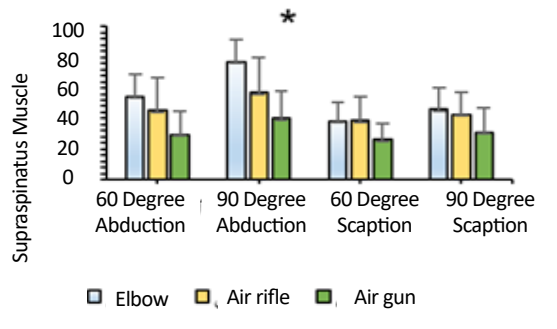



**Figure 4.** Electrical activity of supraspinatus muscle during abduction and scaption for three shooting groups. *significant difference between archery and air pistol groups

## 3. Results

The results of this study show that the electrical activity of the anterior deltoid muscle at 60° abduction (P=0.018), 90° abduction (P=0.014) and 90° scaption (P=0.045) was significantly different between the archers and air pistol shooters; however, at 60° scaption (P=0.58), there was no significant difference between groups (Figure 1). As can be seen in Figure 2, the activity of the middle deltoid muscle was significantly different only at 90° abduction (P=0.017) between the archery and air pistol groups. There was no significant difference between shooting groups at 90° scaption (P=0.14) and 60° scaption (P=0.31) states. There was also a difference between groups at 60° abducted position, but Tukey's test results showed that the difference was not significant (P>0.05). Figure 3 shows that in none of positions the posterior deltoid muscle activity was significantly different between shooting groups (P>0.05). Finally, according to Figure 4, supraspinatus muscle activity was significantly different between the archers and air pistol shooters at 90° abduction (P=0.007), but not at 60°abduction (P=0.055), 90° scaption (P=0.19) and 60° scaption (P=0.14) states.

## 4. Discussion

The results showed that the electrical activity of the anterior deltoid muscle in the abducted position and the activity of the middle deltoid and supraspinatus muscles only in the 90° abducted position were significantly higher in the archery group than in the air pistol group. The anterior deltoid muscle in archery is involved with the horizontal movement of the dominant arm. This muscle is not the main that causes horizontal abduction movement; hence, it is not appropriately strengthened in archery exercises. Previous studies have shown that the increased intensity of muscle activity can be due to its weakness and recall of more fibers [9]. The middle deltoid muscle in air pistol shooting, unlike other disciplines, is the active main muscle; hence, it is strengthened by long-term shooting training. Following the strengthening and increase of muscle strength due to repetition and training, its recall and activity also decrease [10].

## 5. Conclusion

The results of our study showed that the electrical activity of the posterior deltoid muscle in none of the conditions evaluated in this study was significantly different between the three shooting groups. Hence, it can be said that this muscle works equally in three shooting disciplines. On the other hand, this muscle has no role in shoulder scaption; hence, it cannot be expected that the level of activity in this position differs between the three groups. It seems that the level of supraspinatus muscle activity in 60° abducted position is almost the same between shooting groups. However, since the shoulder of dominant hand during air pistol shooting is abducted at 90 degrees, training and repetition in this position makes the muscle stronger at this angle and acts with less activity in this position.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. The participants were informed about the purpose of the research and its implementation stages; they were also assured about the confidentiality of their information; moreover, they were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them. The consent form for participation and cooperation in the research was signed by all subjects.

### Funding

The present paper was extracted from the MSc. thesis of the first author, Department of Sports Pathology and Corrective Exercise, Faculty of Physical Education, University of Guilan.

### Authors' contributions

Conceptualization, methodology, supervision: All authors; Invesigation, writing original draft, funding acquisition, resources: Safoura Heshmati; Writing-review and editing: Hassan Daneshmandi, Seyyed Hossein Hosseini.

### Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

### Acknowledgements

The authors would like to thank all the experts who participated in the research, the archery board and the shooting board of Guilan province.

# مقایسه میزان فعالیت عضلات آبداکتور بازو در حرکات آبداکشن و اسکاپشن شانه بین رشته‌های تیراندازی

صفورا حشمتی[۱]، حسن دانشمندی[۱]، *سید حسین حسینی[۱]

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

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۳۰ مهر ۱۳۹۸
تاریخ پذیرش: ۰۶ بهمن ۱۳۹۸
تاریخ انتشار: ۱۱ اسفند ۱۳۹۸

## چکیده

**هدف** با توجه به وضعیت قرارگیری ورزشکاران رشته‌های مختلف تیراندازی در حین اجرای عمل پرتاب تیر، به نظر می‌رسد سطح فعالیت عضلات دلتوئید و فوق‌خاری که از عضلات مشترک حین اجرای حرکت هستند، دچار تغییراتی شوند؛ بنابراین هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه فعالیت عضلات دلتوئید و فوق‌خاری بین سه رشته تیراندازی است.

**روش‌ها** ۲۴ تیرانداز (هشت کماندار، هشت تیرانداز تپانچه و هشت تیرانداز تفنگ بادی) به صورت دردسترس در پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌ها حرکات آبداکشن و اسکاپشن بازو را تا زوایای ۶۰ و ۹۰ درجه به طور کانسنتریک انجام دادند و فعالیت عضلات دلتوئید و فوق‌خاری با استفاده از الکترومیوگرافی سطحی ثبت شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه و توکی صورت گرفت و سطح معنی‌داری تفاوت‌ها، P<۰/۰۵ درنظر گرفته شد.

**یافته‌ها** نتایج نشان داد میزان فعالیت عضله دلتوئید قدامی در وضعیت ۶۰ و ۹۰ درجه آبداکشن و میزان فعالیت عضلات دلتوئید میانی و فوق‌خاری تنها در وضعیت ۹۰ درجه آبداکشن در گروه تیروکمان به طور معناداری بیشتر از گروه تپانچه بود (P<۰/۰۵).

**نتیجه‌گیری** بیشتر بودن میزان فعالیت عضلات در رشته تیروکمان را می‌توان به نیروی کشش زه و بیشتر بودن زاویه دست در مفصل شانه حین اجرای این نوع تیراندازی در مقایسه با رشته تپانچه و تفنگ بادی نسبت داد.

**کلیدواژه‌ها:**
تیروکمان، تفنگ بادی، تپانچه بادی، فعالیت الکترومایوگرافی

## مقدمه

ورزشکاران در رشته‌های گوناگون ورزشی برای رسیدن به سطوح عملکردی عالی نیازمند انجام تمرینات مستمر و تقویت عضلات خاصی از بدن هستند و مجبورند زمان زیادی را در وضعیت بدنی غالب آن رشته ورزشی به تمرین بپردازند؛ درنتیجه بسته به وضعیت غالب هر رشته ورزشی سطح فعالیت عضلات مؤثر در مهارت‌های ورزشی تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۱]. اتخاذ وضعیت‌های نامناسب در طولانی‌مدت و انحراف از پوسچر بدنی ایده‌آل طی زمان با اثر بر سیستم عضلانی ـ اسکلتی می‌تواند موجب ایجاد تغییراتی در وضعیت بدنی شود [۲].

تکرار حرکات یکنواخت روی واحدهای تاندونی ـ عضلانی اثر کرده و باعث افزایش قدرت، حجم عضله، کوتاهی و کاهش دامنه حرکتی می‌شود. علاوه بر این، ممکن است تکرار این حرکات باعث ایجاد آسیب‌های بسیار کوچک (میکروتروما) و کوتاهی عضلات شود که درنتیجه باعث افزایش احتمال آسیب‌دیدگی عضلانی می‌شود [۳]. وقتی که تمرینات ورزشی فراتر از محدودیت‌های زندگی روزمره می‌روند می‌توانند منجر به استفاده بیش از حد بافت بیولوژیکی شوند و باعث اختلال در قدرت، انعطاف‌پذیری، تعادل و هماهنگی حرکات شوند [۴]. این جبران بیومکانیکی به دلیل عدم بلوغ اسکلتی‌عضلانی، ممکن است تأثیراتی بر روند رشد بگذارد و منجر به توسعه الگوهای مختلف وضعیتی شوند [۴]. در ابتدا وضعیت‌های جبرانی بدون تغییر شکل هستند، اما بعداً می‌توانند پایدار شوند و ورزشکاران جوان را مستعد آسیب کنند [۴].

کمربند شانه‌ای و عضلات آن دائم در معرض تحمل نیروهای شدید هستند. قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری مفاصل و هماهنگی عصبی‌عضلانی مطلوب برای اجرای موفق و نیز پیشگیری از بروز آسیب ضروری است [۵]. شناسایی الگوی فعالیت عضلانی هنگام ورزش در بازیکنان می‌تواند به مربیان و ورزشکاران در طراحی تمرین، آمادگی جسمانی و درنهایت پیشگیری از آسیب کمک کند [۶]. مطالعه فعالیت عضله هنگام اجرای یک کار ویژه می‌تواند اطلاعاتی در خصوص نوع عضلات درگیر، زمان شروع و علت فعالیت عضلات در اختیار ما قرار دهد، به علاوه مقدار پاسخ

* نویسنده مسئول:
سید حسین حسینی
نشانی: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.
تلفن: ۹۱۹۶۲۷۵ (۹۱۹) ۹۸+
پست الکترونیکی: hoseini.papers@gmail.com

الکتریکی عضلات را در طول فعالیت می‌توانیم تعیین کنیم [۷].

تیراندازی که یکی از مهم‌ترین مسابقات ورزشی است به عنوان یک ورزش جهانی در نظر گرفته می‌شود که تعداد مدال‌های طلا در آن به اندازه مسابقات دو و میدانی و شناست [۸]. تصویر یک تیرانداز در ذهن کسی که تاکنون تجربه تیراندازی نداشته است به این صورت است که تیرانداز در جای خود ایستاده و بدون هیچ حرکتی روی هدف متمرکز شده و به طور مکرر سلاح یا کمان را بالا می‌آورد، اما درواقع چنین نیست؛ به طوری که تیرانداز سلاح‌های بادی باید بیش از یک ساعت بیاستد و وزن تفنگ (۵/۵ کیلوگرم) [۹] و تپانچه (۱/۵ کیلوگرم) را تحمل کنند [۱۰]. در رشته تیروکمان نیز باید برای کشش زه کمان به سمت عقب نیرویی برابر با ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم را تحمل کند [۱۱]، نفس خود را در هنگام شلیک نگه دارد و انگیختگی و هیجان خود را که ممکن است باعث تضعیف هدف‌گیری شود کنترل کند و این عمل را ۴۰ یا ۶۰ بار تکرار کند [۱۱]. تیرانداز باید این روند را باید بارها تا پایان مسابقه بدون احساس خستگی انجام دهد. بدیهی است که این افراد به استقامت و قدرت بالایی به‌خصوص در اندام فوقانی خود نیاز دارند [۱۰].

در معدود پژوهش‌های انجام‌شده در مورد تیراندازی، سوارگاندا و همکاران تأثیر فعالیت عضلانی را بر عملکرد تیراندازی با کمان بررسی کردند و نشان دادند که تفاوت‌های عضلانی بر سرعت و امتیازات در رشته تیروکمان تأثیرگذار است [۱۲]. سوکووآ و همکارش در پژوهشی کاربرد الکترومایوگرافی برای بهبود تمرینات تیراندازی را بررسی کردند و نشان دادند بین حرکات تفنگ و تنش عضله دوسربازویی ارتباط معناداری وجود دارد. آن‌ها بیان کردند سرعت تیراندازی و تنوع فعالیت عضلانی بر امتیازات تیراندازی تأثیر بسزایی دارد و با کاربرد الکترومایوگرافی، مجموعه‌ای از عضلات را که بر سرعت و امتیازات تیراندازی مؤثر هستند، معرفی کردند [۱۳]. اسلامی و همکاران در مطالعه‌ای ارتباط بین دقت هدف‌گیری و خستگی عضلات مچ پا را در تیراندازی با تپانچه بادی بررسی کردند و نشان دادند استراحت بین شلیک‌ها با امتیاز حاصل از دقت تیراندازی ارتباط معناداری ندارد [۱۴]. ارتان نیز در پژوهشی الگوی فعالیت عضلانی دست کمان را بررسی کرد و نشان داد کمانداران نخبه نسبت به کمانداران مبتدی، عضلات فلکسور دست را رها و عضلات اکستنسور را بیشتر منقبض می‌کنند [۱۵].

مرور پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد اکثر محققان، رشته‌های تیراندازی را از جنبه‌های مختلف دیگری از جمله پوسچر و دفورمیتی‌های پوسچرال، دردهای عضلانی‌اسکلتی، تعادل و هماهنگی مورد بررسی قرار داده‌اند [۱۸-۱۶] و معدود پژوهش‌هایی که بر فعالیت الکتریکی عضلات تمرکز کرده‌اند، غالباً فقط یک رشته تیراندازی را مورد توجه قرار داده و یا به مقایسه یک رشته با یک گروه کنترل پرداخته‌اند [۸، ۱۹، ۲۰]. هدف از پژوهش حاضر، مقایسه فعالیت الکتریکی عضلات دلتوئید و فوق‌خاری در دو پوزیشن رایج مورد استفاده تیراندازان (پوزیشن آبداکشن و اسکاپشن) است.

با توجه به پوزیشنی که ورزشکاران رشته‌های مختلف تیراندازی در حین اجرای عمل پرتاب تیر اتخاذ می‌کنند به نظر می‌رسد عضلات دلتوئید و فوق‌خاری از عضلات مشترک درگیر در اجرای حرکت هستند که هرکدام در هریک از رشته‌ها از نقشی نسبی برخوردارند. همچنین، با توجه به تغییرات تطابقی پوسچر، احتمالاً وضعیت شانه‌ها نیز دچار تغییراتی شده و انتظار می‌رود فعالیت عضلات دخیل در اجرای مهارت‌های ورزشی دچار تغییراتی شوند. با مطالعه و بررسی فعالیت الکتریکی عضلات ضمن شناسایی تنش‌های مرضی و ضعف‌های عضلانی تطابقی ناشی از مهارت‌های ورزشی خاص تیراندازی، می‌توان با مداخلات تمرینی مناسب سطح فعالیت عضلات را به حالت طبیعی برگرداند و از طریق آموزش، پیشگیری و درمان چنین ضعف‌هایی، نقش مؤثری در حفظ سلامت فیزیکی ورزشکاران ایفا کرد. انتظار می‌رود با انجام چنین پژوهش‌هایی، توجه کارشناسان و برنامه‌ریزان امر در میادین ورزشی و مراکز آموزش، بیش از پیش به بهبود عملکرد ورزشکاران معطوف شود. از آنجایی که تاکنون پژوهشی مشابه با این مطالعه در رشته‌های تیراندازی صورت نگرفته است و مطالعه حاضر یک تحقیق اولیه در این زمینه است، دست یافتن به این اهداف نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتری دارد؛ بنابراین یافته‌های حاصل از این مطالعه می‌تواند به نوعی پژوهش‌های آینده را برای دست یافتن به اهداف مذکور هدایت کند.

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی است. جامعه این پژوهش را تیراندازان تفنگ بادی، تپانچه بادی و کمانداران استان گیلان تشکیل داده‌اند. نمونه پژوهش شامل ۲۴ تیرانداز مرد و زن (هشت کماندار، هشت تیرانداز تفنگ بادی و هشت تیرانداز تپانچه بادی) در رده سنی بیست تا چهل‌ساله بود که حداقل سه سال سابقه باشگاهی داشتند و در هفته حداقل سه روز تمرین می‌کردند. هیچ کدام از آزمودنی‌ها درد شانه، گردن و سابقه صدمه یا جراحی مجموعه شانه، ناحیه بالای سینه، بالای پشت یا بازو را در طی سال گذشته نداشتند [۲۱]. بعد از توضیح در مورد مطالعه و کسب رضایت‌نامه شرکت در پژوهش، اطلاعات جمعیت‌شناختی (قد، جرم، سن، رشته ورزشی و غیره) ثبت شد.

برای ثبت فعالیت الکترومیوگرافی عضلات، از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی هشت‌کاناله ساخت کمپانی مگاوین کشور فنلاند استفاده شد. فرکانس نمونه‌برداری سیگنال‌های الکترومیوگرافی روی هزار هرتز و نسبت سیگنال به نویز ۱۱۰ دسی‌بل تنظیم شد [۲۲]. پس از آماده کردن پوست، برای کاهش امپدانس با تراشیدن موهای زاید و شست‌وشوی پوست با الکل

**تصویر ۱.** ارزیابی فعالیت الکتریکی عضلات در وضعیت ۹۰ درجه آبداکشن و اسکاپشن دست

مجله بیومکانیک ورزشی

طبی، الکترودهای چسبنده یک‌بار مصرف با فاصله مرکز تا مرکز ۲۰ میلی‌متر و بر اساس پروتکل سنیام بر روی عضلات دلتوئید و فوق‌خاری نصب شدند [۲۳، ۲۴].

پس از آشنایی با تست و تطبیق سرعت حرکت الویشن، آزمودنی حرکت الویشن بازو در سطح آبداکشن را با دست برتر و با مقاومت خارجی انجام داد. ابتدا تست‌های مربوط به MVIC (حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی بیشینه) گرفته شد. سپس فعالیت الکتریکی عضلات دلتوئید و فوق‌خاری طی الویشن بازو در سطح آبداکشن و اسکاپشن ۹۰ و ۶۰ درجه با وزنه در دست (پنج درصد وزن بدن) ثبت شد (تصویر شماره ۱) [۲۵]. برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از الکترومیوگرافی، از نرم‌افزار مگاوین و فیلتر میان‌گذر ۱۰ تا ۴۵۰ هرتز استفاده شد [۲۶]. برای نرمال کردن سیگنال‌های الکترومیوگرافی، اطلاعات RMS هر عضله به مقدار MVIC آن عضله تقسیم و سپس در عدد صد ضرب شد. بدین منظور برای هر عضله حداکثر فعالیت الکتریکی در بازده پنج‌ثانیه‌ای ثبت شده و از آن به عنوان سطح مرجع جهت مقایسه‌ها استفاده شد.

از آزمون شاپیرو ویلک جهت بررسی نحوه توزیع داده‌ها و برای مقایسه فعالیت الکتریکی عضلات بین سه گروه تیراندازی، از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. مقایسات جفت گروهی نیز به کمک آزمون تعقیبی توکی به عمل آمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS ورژن ۱۶ در سطح معناداری (P<۰/۰۵) انجام گرفت.

## نتایج

در جدول شماره ۱ ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها به تفکیک در سه گروه نشان داده شده است.

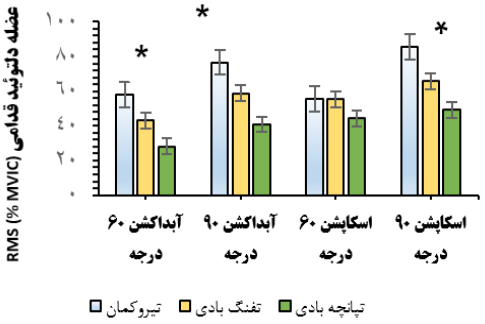
تصویر شماره ۲ نشان می‌دهد فعالیت عضله دلتوئید قدامی در وضعیت آبداکشن ۶۰ درجه (P=۰/۰۱۸)، آبداکشن ۹۰ درجه (P=۰/۰۱۴) و اسکاپشن ۹۰ درجه (P=۰/۰۴۵) بین گروه‌های تیروکمان و تپانچه بادی دارای تفاوت معنادار است، اما در وضعیت اسکاپشن ۶۰ درجه (P=۰/۵۸) بین گروه‌های تیراندازی تفاوت معناداری ندارد.

همان‌طور که در تصویر شماره ۳ می‌توان دید فعالیت عضله دلتوئید میانی تنها در وضعیت آبداکشن ۹۰ درجه (P=۰/۰۱۷) بین گروه‌های تیروکمان و تپانچه بادی دارای تفاوت معناداری است و در وضعیت‌های اسکاپشن ۹۰ درجه (P=۰/۱۴) و اسکاپشن ۶۰ درجه (P=۰/۳۱) بین گروه‌های تیراندازی تفاوت معناداری ندارد. در وضعیت آبداکشن ۶۰ درجه (P=۰/۰۴۴) تفاوت معناداری بین گروه‌های تیراندازی وجود داشت، اما نتایج آزمون توکی نشان داد در حرکت آبداکشن ۶۰ درجه دست در میزان فعالیت الکتریکی عضله دلتوئید میانی تفاوت معناداری وجود ندارد (P>۰/۰۵).

**جدول ۱.** ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

| گروه | سن(سال) | قد(سانتی متر) | وزن(کیلوگرم) | سابقه فعالیت (سال) |
|---|---|---|---|---|
| تیروکمان | ۲۷/۶۶±۵/۹۵ | ۱۶۹/۵±۷/۰۳ | ۶۷/۵±۵/۳۹ | ۳/۸۳±۲/۰۴ |
| تفنگ بادی | ۲۵/۱۶±۶/۹۶ | ۱۷۴/۱±۸/۹۷ | ۷۳/۱۶±۱۹/۹۵ | ۳ |
| تپانچه بادی | ۲۵/۱۴±۶/۱۲ | ۱۶۹/۵±۷/۷۴ | ۶۹/۷۸±۱۲/۳ | ۵/۷۱±۲/۶۹ |

مجله بیومکانیک ورزشی




مجله بیومکانیک ورزشی

**تصویر ۲.** فعالیت الکتریکی عضله دلتوئید قدامی در وضعیت‌های آبداکشن و اسکاپشن دست بین سه رشته تیراندازی.

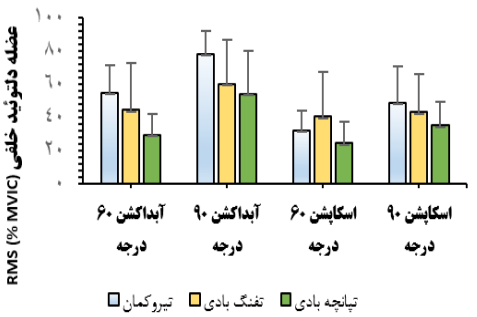
*تفاوت معنادار بین گروه تیروکمان با تپانچه

در تصویر شماره ۴ فعالیت عضله دلتوئید خلفی نشان می‌دهد که در هیچ‌یک از وضعیت‌های آبداکشن ۶۰ درجه (P=۰/۰۹۷)، آبداکشن ۹۰ درجه (P=۰/۱۹)، اسکاپشن ۶۰ درجه (P=۰/۳۲) و اسکاپشن ۹۰ درجه (P=۰/۴۶) بین گروه‌های تیراندازی تفاوت معناداری وجود ندارد.

همان‌طور که در تصویر شماره ۵ مشاهده می‌شود، فعالیت عضله فوق‌خاری در وضعیت آبداکشن ۹۰ درجه (P=۰/۰۰۷) بین گروه‌های تیرکمان و تپانچه بادی تفاوت معناداری دارد، اما در وضعیت‌های آبداکشن ۶۰ درجه (P=۰/۰۵۵)، اسکاپشن ۹۰ درجه (P=۰/۱۹) و اسکاپشن ۶۰ درجه (P=۰/۱۴) بین گروه‌های تیراندازی تفاوت معناداری وجود ندارد.

## بحث

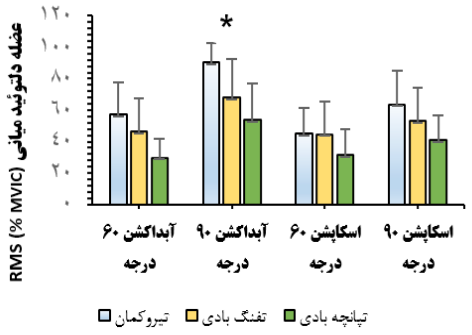
هدف از پژوهش حاضر مقایسه فعالیت الکتریکی عضلات دلتوئید قدامی، میانی، خلفی و فوق‌خاری بین سه رشته تیراندازی است. نتایج پژوهش نشان داد میزان فعالیت عضله دلتوئید




مجله بیومکانیک ورزشی

**تصویر ۴.** فعالیت الکتریکی عضله دلتوئید خلفی در وضعیت‌های آبداکشن و اسکاپشن دست بین سه رشته تیراندازی.

*تفاوت معنادار بین گروه تیروکمان با تپانچه



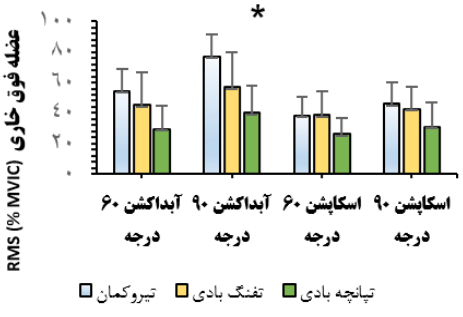

مجله بیومکانیک ورزشی

**تصویر ۳.** فعالیت الکتریکی عضله دلتوئید میانی در وضعیت‌های آبداکشن و اسکاپشن دست بین سه رشته تیراندازی.

*تفاوت معنادار بین گروه تیروکمان با تپانچه

قدامی در وضعیت ۶۰ و ۹۰ درجه آبداکشن و وضعیت ۹۰ درجه اسکاپشن در گروه تیروکمان نسبت به گروه تپانچه بادی بیشتر است، اما میزان فعالیت این عضله بین گروه تفنگ با گروه تیروکمان و گروه تفنگ با گروه تپانچه تفاوتی ندارد. همچنین در وضعیت ۶۰ درجه اسکاپشن بین سه گروه در میزان فعالیت عضله دلتوئید قدامی تفاوت معناداری وجود ندارد.

عضله دلتوئید معمولاً هنگام اجرای هر حرکتی که در آن دست‌ها به بالای سر برده می‌شوند، دخالت می‌کند [۲۷]. تارهای بخش قدامی عضله باعث خم کردن، چرخش داخلی و نزدیک کردن افقی استخوان بازو می‌شود. یکی از حرکات اصلی این عضله، اسکاپشن مفصل شانه است [۲۸]، که در هر سه رشته تیراندازی به نحوی فعال است. در رشته تپانچه بادی دست برتر در زمان حالت‌گیری در وضعیت آبداکشن ۹۰ درجه قرار دارد. از طرفی یکی از حرکت‌دهنده‌های اصلی در حرکت آبداکشن، عضله دلتوئید قدامی است. در رشته تفنگ بادی نیز دست برتر تیرانداز در وضعیت هوریزنتال اداکشن قرار دارد و یکی از عمل‌های این عضله هوریزنتال اداکشن است و اما در رشته تیروکمان در حرکت




مجله بیومکانیک ورزشی

**تصویر ۵.** فعالیت الکتریکی عضله فوق‌خاری در وضعیت‌های آبداکشن و اسکاپشن دست بین سه رشته تیراندازی.

*تفاوت معنادار بین گروه تیروکمان با تپانچه

هوریزنتال آبداکشن دست برتر، عضله دلتوئید قدامی دخالت می‌کند. این عضله در حرکت هوریزنتال آبداکشن حرکت‌دهنده اصلی نیست و به شکل استریک در کنترل حرکت افقی دست یا در نقش کمکی عمل می‌کند؛ بنابراین به شکل قوی در تمرینات تیراندازی با تیروکمان تقویت نمی‌شود؛ درنتیجه بیشتر بودن فعالیت این عضله در رشته تیروکمان در زوایای ۶۰ و ۹۰ درجه آبداکشن و ۹۰ درجه اسکاپشن نسبت به رشته تپانچه بادی قابل توجیه است.

در رشته تپانچه بادی، تیرانداز باید سلاح را باید یک دست بگیرد و پس از نشانه‌روی و چند ثانیه مکث روی هدف برای ثبات بیشتر در هدف‌گیری، تیراندازی کند. در رشته تفنگ بادی و تیروکمان وزن سلاح یا کمان بین دو دست توزیع می‌شود. پس در طولانی‌مدت و با تمرینات، این عضله در رشته تپانچه بادی بیشتر تقویت شده و فعالیت آن پایین آمده است. اگر چه انتظار می‌رفت مانند زوایای دیگر، فعالیت این عضله در وضعیت اسکاپشن ۶۰ درجه در گروه تپانچه کمتر باشد؛ بنابر نتایج مطالعه حاضر، در وضعیت ۶۰ درجه اسکاپشن برخلاف وضعیت ۹۰ درجه اسکاپشن شانه، بین سه گروه تیراندازی تفاوت معناداری دیده نشد و میزان فعالیت این عضله در وضعیت ۶۰ درجه اسکاپشن شانه، در گروه تیروکمان نسبت به دو گروه دیگر افزایشی نداشت. در توجیه این مطلب می‌توان گفت زمانی که حرکت بالا آمدن دست انجام می‌شود بیشترین فعالیت این عضله بین ۹۰ تا ۱۸۰ درجه است [۷]؛ بنابراین بالاتر بودن فعالیت این عضله در وضعیت اسکاپشن ۹۰ درجه شانه نسبت به وضعیت اسکاپشن ۶۰ درجه شانه که در مطالعه حاضر نشان داده شده است، منطقی به نظر می‌رسد. همان‌طور شاید بتوان گفت افزایش قدرت عضلانی دلتوئید قدامی بر اثر تمرین و تکرار، به اندازه‌ای نبوده که کاهش سطح فعالیت عضلانی را در هر چهار وضعیت ایجاد کند.

نتایج این پژوهش همچنین نشان داد میزان فعالیت عضله دلتوئید میانی تنها در وضعیت ۹۰ درجه آبداکشن در گروه تیروکمان نسبت به گروه تپانچه بادی بیشتر است، اما در میزان فعالیت این عضله در وضعیت ۶۰ درجه آبداکشن و وضعیت ۶۰ و ۹۰ درجه اسکاپشن، بین سه گروه تفاوت معناداری وجود ندارد.

قسمت میانی عضله دلتوئید نسبت به دو قسمت دیگر آن، از اتصال پروگزیمال و سطح مقطع بزرگ‌تری برخوردار است. اعمال عضله دلتوئید میانی آبداکشن، فلکشن و اکستنشن شانه است [۲۸، ۲۹]. کرونبرگ و همکاران گزارش کردند حداکثر شدت فعالیت برای دلتوئید میانی در ۹۰ درجه است [۳۰]، در حالی که مطالعه ویکام و همکاران نشان داد دلتوئید میانی در زاویه ۱۰۵ درجه به حداکثر شدت فعالیتشان می‌رسند [۳۱]. مشخص نیست چرا تناقض بین این دو مطالعه وجود دارد. نتایج مطالعه اینمن و همکاران به نتایج ویکام و همکاران نزدیک‌تر است؛ به طوری که گزارش کرده‌اند، حداکثر شدت فعالیت دلتوئید میانی در ۱۱۰ درجه آبداکشن اتفاق می‌افتد [۳۲]. در رشته تفنگ بادی و تیروکمان عضله دلتوئید میانی فعال نیست؛ زیرا در هیچ‌یک از این دو رشته دست در وضعیت آبداکشن که نقش اصلی عضله دلتوئید میانی است، نیست. اما در رشته تپانچه بادی بر خلاف دو رشته دیگر این عضله فعال است؛ زیرا دست برتر در این رشته هنگام هدف‌گیری و تیراندازی در وضعیت آبداکشن قرار دارد؛ بنابراین با تمرینات تیراندازی در طولانی‌مدت این عضله تقویت شده است.

با توجه به اینکه به دنبال تقویت و افزایش قدرت عضله در اثر تکرار و تمرین، فراخوانی و فعالیت آن کاهش می‌یابد [۳۳]، کاهش فعالیت عضله دلتوئید میانی در رشته تپانچه بادی که در نتایج مطالعه حاضر نیز به دست آمده است، منطقی به نظر می‌رسد. فعالیت عضله دلتوئید در حرکت بالا آوردن دست به‌تدریج افزایش می‌یابد و در ۹۰ درجه به حداکثر خود می‌رسد [۲۹] و تفاوت میزان فعالیت این عضله در ۹۰ درجه آبداکشن بین گروه تپانچه بادی و تیروکمان شاید به این دلیل است که در زوایای کمتر، نقش عضله چندان نبوده که منجر به تفاوت در میزان فعالیت آن در بین گروه‌های تیراندازی شود. از طرفی وضعیت تست در مطالعه حاضر با وضعیت دست برتر در رشته تپانچه بادی یکسان (۹۰ درجه آبداکشن شانه) است؛ بنابراین در رشته تپانچه بادی بر اثر تکرار و تمرینات طولانی‌مدت در زاویه ۹۰ درجه آبداکشن شانه، این عضله تقویت شده و در نتیجه میزان فراخوانی و فعالیت آن کاهش می‌یابد.

نتایج پژوهش همچنین نشان داد در میزان فعالیت عضله دلتوئید خلفی در وضعیت ۶۰ و ۹۰ درجه آبداکشن و اسکاپشن بین سه گروه تیراندازی تفاوت معناداری وجود ندارد. عضله دلتوئید خلفی در اکستنشن شانه، چرخش خارجی شانه، آبداکشن افقی شانه، آبداکشن شانه و اداکشن شانه نقش دارد [۲۸، ۲۹]. در سه رشته تیراندازی این عضله نیز عمل‌کننده است. به طور کلی می‌توان این‌گونه برداشت کرد که عدم تفاوت در میزان فعالیت عضله دلتوئید خلفی در سه رشته تیراندازی نشان می‌دهد این عضله به یک میزان در سه رشته عمل می‌کند و در وضعیت اسکاپشن نیز به دلیل آنکه این عضله در اسکاپشن نقشی ایفا نمی‌کند، پس نمی‌توان انتظار داشت میزان فعالیت این عضله در این وضعیت در بین سه گروه تفاوت داشته باشد؛ زیرا در حالت‌گیری حین تیراندازی، این عضله در وضعیت اسکاپشن دخیل نبوده و به میزانی فعالیت نمی‌کند که باعث تفاوت در میزان فعالیت آن در سه گروه تیراندازی شود. در حالی که اگر میزان فعالیت دلتوئید خلفی در وضعیت اکستنشن شانه یا هوریزنتال آبداکشن مورد بررسی قرار می‌گرفت، انتظار می‌رفت تفاوت بین گروه‌ها وجود داشته باشد.

نتایج این پژوهش نشان داد میزان فعالیت عضله فوق‌خاری تنها در وضعیت ۹۰ درجه آبداکشن در گروه تیروکمان نسبت به

گروه تپانچه بادی بیشتر است، اما در میزان فعالیت این عضله در وضعیت ۶۰ درجه آبداکشن و وضعیت ۶۰ و ۹۰ درجه اسکاپشن بین سه گروه تیراندازی تفاوت معناداری وجود ندارد.

عضله فوق‌خاری یکی از عضلات چرخاننده بازویی است و سر استخوان بازو را در حفره گلنوئید کتف نگه می‌دارد. هنگام اجرای هر فعالیتی که در آن تارهای بخش میانی عضله دلتوئید قرار می‌گیرد، عضله فوق‌خاری نیز به فعالیت واداشته می‌شود [۲۷]. الگوی فعالیت عضله فوق‌خاری با الگوی فعالیت عضله دلتوئید میانی مشابه است [۲۹]؛ بنابراین نتایج به‌دست‌آمده از میزان فعالیت الکتریکی عضله فوق‌خاری نیز با نتایج عضله دلتوئید میانی مشابه است. در رشته تفنگ بادی و تیروکمان، عضله فوق‌خاری فعال نیست؛ زیرا در هیچ‌یک از این دو رشته دست در وضعیت آبداکشن که نقش اصلی عضله فوق‌خاری است، نیست، اما در رشته تپانچه بادی بر خلاف دو رشته دیگر این عضله فعال است؛ زیرا دست برتر در این رشته هنگام هدف‌گیری و تیراندازی در وضعیت آبداکشن قرار دارد؛ بنابراین با تمرینات تیراندازی در طولانی‌مدت این عضله تقویت شده است. با توجه به اینکه به دنبال تقویت و افزایش قدرت عضله بر اثر تکرار و تمرین، فراخوانی و فعالیت آن کاهش می‌یابد، کاهش فعالیت عضله دلتوئید میانی در رشته تپانچه بادی که در نتایج مطالعه حاضر نیز به دست آمده است، منطقی به نظر می‌رسد.

در میزان فعالیت عضله فوق‌خاری در وضعیت آبداکشن ۶۰ درجه، بین سه گروه تفاوت وجود دارد، اما این تفاوت در حدی نبوده که از لحاظ آماری معنادار شود. بازوی گشتاوری عضله فوق‌خاری در تمام دامنه حرکت نسبتاً ثابت و در ۶۰ درجه اول آبداکشن شانه، از عضله دلتوئید بزرگ‌تر است [۲۹] و انتظار می‌رفت فعالیت این عضله در وضعیت آبداکشن شانه بیشتر از عضله دلتوئید میانی شود، اما نتایج این پژوهش این‌گونه نبود. با توجه به اینکه وضعیت تست آبداکشن ۶۰ درجه است و در هیچ‌یک از رشته‌های تیراندازی دست برتر در هنگام حالت‌گیری و نشانه‌روی در وضعیت آبداکشن ۶۰ درجه قرار نمی‌گیرد، این عضله در این وضعیت به طور ویژه مورد تقویت قرار نگرفته است.

به نظر می‌رسد میزان فعالیت عضله فوق‌خاری در آبداکشن ۶۰ درجه بین سه گروه تیراندازی تقریباً مشابه است، اما در ۹۰ درجه آبداکشن شانه، در میزان فعالیت این عضله بین گروه تیروکمان و گروه تپانچه تفاوت وجود دارد و میزان فعالیت این عضله در گروه تپانچه کمتر است؛ زیرا دست برتر در تیراندازی با تپانچه بادی در وضعیت آبداکشن ۹۰ درجه قرار دارد؛ بنابراین تمرین و تکرار این وضعیت باعث قوی‌تر شدن این عضله در این زاویه شده و همان‌طور که در مطالعه حاضر، مشخص شده است، فعالیت الکتریکی این عضله نیز کاهش یافته است؛ یعنی با فعالیت کمتری در وضعیت آبداکشن ۹۰ درجه وارد عمل شده است.

پژوهش‌های گذشته بیان کرده‌اند افزایش شدت فعالیت عضلات را نباید به معنای افزایش قدرت عضله تفسیر کرد. افزایش شدت فعالیت عضله می‌تواند به دلیل ضعف آن و فراخوان تعداد تارهای بیشتر باشد [۲۸]. ممکن است تفاوت یا عدم تفاوت معنادار در فعالیت عضلات در سه گروه تیراندازی در پژوهش حاضر به دلیل تفاوت افراد سه گروه در میزان برخورداری از سطح مقطع عضلانی باشد که در پژوهش حاضر اندازه‌گیری نشده است و می‌توان از آن به عنوان عمده‌ترین محدودیت مطالعه حاضر نام برد. در تحقیقات گذشته مشخص است که برخورداری از سطح مقطع عضلانی بیشتر در انجام یک کار به کاهش میزان فعالیت عضلانی منجر می‌شود، اما با در نظر داشتن این نکته که تیراندازان موردبررسی در این پژوهش سابقه سه سال تمرین حرفه‌ای، دارند پس دارای سطح مقطع عضلانی بیشتر در عضلات اندام مرتبط با رشته ورزشی خود نسبت به سایر افرادند و با حدس اینکه احتمالاً در پژوهش حاضر نیز افراد سه گروه تیراندازی دارای سطح مقطع عضلانی بزرگ‌تری در عضلات کمربند شانه‌ای خود بوده‌اند، می‌توان نتیجه حاصل را منطقی فرض کرد. با این حال توصیه می‌شود مطالعات آینده، سطح مقطع عضلات را کنترل کنند. با توجه به آنکه تعداد تیراندازان محدود است، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده به مقایسه فعالیت الکتریکی عضلات شانه با گروه افراد غیر ورزشکار سالم پرداخته شود.

## نتیجه‌گیری نهایی

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد در طولانی‌مدت و در حین تمرین و مسابقه، حالت‌گیری‌های تیراندازان به عنوان پوسچر غالب می‌تواند یکی از عوامل مهم مرتبط با تفاوت در میزان فعالیت عضلات دلتوئید و فوق‌خاری در میان این گروه‌ها باشد. این مطالعه نشان داد فعالیت عضلات کمربند شانه‌ای در گروه تپانچه بادی بیشتر از گروه تفنگ بادی و تیروکمان بود، دانستن این اطلاعات به مربیان ورزشی در هدفمند کردن تمرینات تیراندازی کمک می‌کند. همچنین تقویت صحیح عضلات به منظور پیشگیری از ابتلا به آسیب‌های شانه ناشی از استفاده مکرر و برای بالا بردن امتیازات تیراندازی توصیه می‌شود. با این حال با توجه به آنکه مطالعه حاضر یک پژوهش اولیه در این زمینه است، نمی‌توان اطلاعات به‌دست‌آمده را به طور دقیق و قاطع توجیه کرد و نیاز است در آینده پژوهش‌های بیشتری انجام گیرد تا علت تفاوت در میزان فعالیت عضلات کمربند شانه‌ای در رشته‌های تیراندازی به طور کامل مشخص شود، تا بتوان با ارائه تمرینات مشخص‌تر در هر رشته برای موفقیت هرچه بیشتر تیراندازان گام مثبتی برداشت.

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این پژوهش کلیه اصول اخلاقی در نظر گرفته شد.

آزمودنیها در مورد نحوه روند و انجام پژوهش اطلاع پیدا کردند. فرم رضایت نامه شرکت و همکاری در پژوهش توسط تمامی آزمودنی ها امضا شد. آنها همچنین در مورد محرمانه بودن اطلاعات خود اطمینان داشتند. علاوه بر این به آنها اجازه داده شد، هر زمان که تمایل نداشتند مطالعه را ترک کنند و در صورت تمایل نتایج پژوهش در دسترس آنها خواهد بود.

## حامی مالی

این مقاله بر گرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول، در گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه گیلان است.

## مشارکت نویسندگان

مفهوم سازی، روش شناسی و نظارت: تمامی نویسندگان؛ بررسی و نوشتن پیش‌نویس اصلی و منابع: صفورا حشمتی؛ مرور و بررسی و ویرایش: حسن دانشمندی و سید حسین حسینی.

## تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان بدین وسیله از کلیه آزمودنی‌های شرکت‌کننده در پژوهش، هیئت تیروکمان و هیئت تیراندازی استان گیلان، قدردانی و سپاسگزاری می‌کنند.

## References

[1] Sadeghi M, Ghasemi GA, Iraj F. Comparing selected spinal column postural abnormalities of professional and amateur Wushu athletes with those of non-athletes. JRRS. 2012; 8(3): 582-9. [DOI: 10.22122/jrrs.v8i3.466]

[2] Hrysomallis C, Goodman C. A review of resistance exercise and posture realignment. J Strength Cond Res. 2001; 15(3):385-90. [DOI:10.1519/1533-4287(2001)0152.0.CO;2] [PMID]

[3] Haji Seyyed Borujerdi S, Rajabi R. [Comparison of shoulder motion range, scapular position and dorsal kyphosis angle in athletes of Overhead, Lever head and non-athlete subjects (Persian)]. Tehran: Payame Noor University Tehran; 2009.

[4] Guedes PF, João SM. Postural characterization of adolescent federation basketball players. J Phys Act Health. 2014; 11(7):1401-7. [DOI:10.1123/jpah.2012-0489] [PMID]

[5] Taha SA, Akl A-RI, Zayed MA. Electromyographic analysis of selected upper extremity muscles during jump throwing in handball. Am J Sports Sci. 2015; 3(4):79-84. [DOI:10.11648/j.ajss.20150304.13]

[6] Zonnor Z, Farahpour N, Jafarnezhadgero A. Timing and activation intensity of shoulder muscles during handball penalty throwing in subjects with and without shoulder impingement. J Res Rehab Sci. 2017; 13(1):36-43. [DOI: 10.22122/jrrs.v13i1.2842]

[7] Hamill J, Knutzen KM. Biomechanical basis of human movement. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.

[8] Kim MS. The kinematic factors of physical motions during air pistol shooting. KJSB. 2016; 26(2):197-204. [DOI:10.5103/KJSB.2016.26.2.197]

[9] Meili LK. Rifle: Steps to success. Human Kinetics; 2008.

[10] Zoalfaghari SH. Shooting girls. Tehran: Iran Printing Bookshop. 2012:22-35.

[11] Lee K. Archery training- usa archery. Human kinetics; 2013.

[12] Suwarganda E, Razali R, Wilson B, Pharmy A. Influence of muscle activity on shooting performance in archery: Preliminary findings. ISBS-Conference Proceedings Archive; 2012.

[13] Svecova L, Vala D. Using electromyography for improving of training of sport shooting. IFAC-PapersOnLine. 2016; 49(25):541-5. [DOI:10.1016/j.ifacol.2016.12.091]

[14] Eslami M, Jalali H, Hosseini Nezhad SE. The relationship between target accuracy and ankle muscle fatigue in two modes of shooting with a pistol. J Appl Exerc Physiol. 2015; 10(20):107-14. [DOI:10.22080/JAEP.2015.923]

[15] Ertan H. Muscular activation patterns of the bow arm in recurve archery. J Sci Med Sport. 2009; 12(3):357-60. [DOI:10.1016/j.jsams.2008.01.003] [PMID]

[16] Din W, Rambely A. A shooter's posture in handling a rifle while aiming at a target in standing position. Paper presented at: 30th Annual Conference of Biomechanics in Sports. 2-6 July 2012; Melbourne, Australia.

[17] Hawkins RN, Sefton JM. Effects of stance width on performance and postural stability in national-standard pistol shooters. J Sports Sci. 2011; 29(13):1381-7. [DOI:10.1080/02640414.2011.593039] [PMID]

[18] Ihalainen S, Kuitunen S, Mononen K, Linnamo V. Determinants of elite-level air rifle shooting performance. Scand J Med Sci Sports. 2016; 26(3):266-74. [DOI:10.1111/sms.12440] [PMID]

[19] Ariffin MS, Rambely AS. Comparison of upper limb muscles behaviour for skilled and recreational archers using compound bow. AIP Conference Proceedings. AIP Publishing LLC; 2017. p. 020053. [DOI:10.1063/1.4980916]

[20] Shinohara H, Urabe Y, Maeda N, Xie D, Sasadai J, Fujii E. Does shoulder impingement syndrome affect the shoulder kinematics and associated muscle activity in archers. J Sports Med Phys Fitness. 2014; 54(6):772-9. [PMID]

[21] Hosseinimehr SH, Anbariyan M, Khosravi MT. [The survey of Scapulohumeral rhythm and isometric strength ratio of shoulder agonist to antagonist muscles in handball players and non-athletes (Persian)]. Sport medicine studies. 2014; 5(14):15-30. https://smj.ssrc.ac.ir/article_162_en.html

[22] Tahmasebi R, Motamedzade M, Torkashvand S, Anbarian M, Farhadian M. [Muscular activity assessment of common welding postures in welders of gas transmission pipelines (Persian)]. Iran J Ergon. 2018; 5(4):17-25. [DOI:10.30699/jergon.5.4.17]

[23] Ribeiro DC, Castro MPd, Sole G, Vicenzino B. The initial effects of sustained glenohumeral postero-lateral glide on shoulder muscle activity: A repeated measures study on asymptomatic shoulders. Physiotherapy. 2015; 101:eS1278-9. [DOI:10.1016/j.physio.2015.03.1191]

[24] Criswell E. Cram's introduction to surface electromyography. Burlington: Jones & Bartlett Publishers; 2010.

[25] Abbasi S, Farahpou N, Bahrpeima F. [Electromyographical activity of different sections of deltoid and supraspinatus muscles during dynamic abduction of upper limb in various speeds and loading in healthy adolescent subjects (Persian)]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2018; 40(4):46-52. https://mj.tbzmed.ac.ir/Article/22862

[26] De Luca CJ, Gilmore LD, Kuznetsov M, Roy SH. Filtering the surface EMG signal: Movement artifact and baseline noise contamination. J Biomech. 2010; 43(8):1573-9. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2010.01.027] [PMID]

[27] Floyd RT, Thompson C. Manual of structural kinesiology. 18ed. New York: McGraw-Hill Education; 2011.

[28] Oatis CA. Kinesiology: The mechanics and pathomechanics of upper extremity, 2ed. Philadelphia: Lippincott williams & wilkins; 2017. https://ot.lwwhealthlibrary.com/book.aspx?bookid=1104

[29] Levangie PK, Norkin CC. Joint structure and function: A comprehensive analysis, 3ed. Philadelphia: FA Davis Company; 2000.

[30] Kronberg M, Németh G, Broström LA. Muscle activity and coordination in the normal shoulder. An electromyographic study. Clin Orthop Relat Res. 1990; (257):76-85. [DOI:10.1097/00003086-199008000-00016] [PMID]

[31] Wickham J, Pizzari T, Stansfeld K, Burnside A, Watson L. Quantifying 'normal'shoulder muscle activity during abduction. J Electromyogr Kinesiol. 2010; 20(2):212-22. [DOI:10.1016/j.jelekin.2009.06.004] [PMID]

[32] Inman VT, Saunders JBDM, Abbott LC. Observations on the function of the shoulder joint. JBJS. 1944; 26(1):1-30.

[33] Enoka RM. Muscle strength and its development. Sports Med. 1988; 6(3):146-68. [DOI:10.2165/00007256-198806030-00003] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank