Research in Sport Medicine and Technology, Volume 14 - Issue 27 / 2024

Research in Sport Medicine and Technology

Kharazmi University

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

# Kinematic Analysis Of Upper Extremity Of Elite Male And Female Fencers During Fencing Lunge

Fatemeh Riyahi[1] | Heydar Sadeghi[2,3*] | Elham Shirzad[4]

1. M.A. of Sport Biomechanics, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.
2. Full Professor, Department of Sports Biomechanics and Injuries, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. Full Professor, Department of Sports Biomechanics and Rehabilitation, Kinesiology Research Center, Kharazmi University, Tehran, Iran,
4. Assistant Professor, Faculty of Physical Education and sport Sciences, Tehran University, Tehran, Iran.

**corresponding author:** Heydar Sadegh, h.sadeghi@khu.ac.ir/sadeghih@yahoo.com

CrossMark

**ARTICLE INFO**

**Article type:**
Research Article

**Article history**:
Received: 5- 4 - 2023
Revised: 11 - 11 - 2023
Accepted: 11 - 11 - 2023

**Keywords:**
Reaction Time, Movement Time, Angular Velocity, Fencing Lunge

**How to Cite:**
Fatemeh Riyahi, Heydar Sadeghi, Elham Shirzad. **Kinematic Analysis Of Upper Extremity Of Elite Male And Female Fencers During Fencing Lunge**. *Research In Sport Medicine and Technology*, 2024: 14(27): 1-14.

**The fencing lunge is one of the most common and fundamental attacking moves in fencing. The aim of this study was to provide kinematical compare of upper extremity among elite female and male senior fencers when performing a lunge. Four female and four male members of Iran National Team were selected as research sample. The participants were filmed when performing a complete lunge with a camera of 300 Hz sampling rate to evaluate kinematical parameters. The student's-t test revealed that elite male fencers had significantly shorter reaction and movement time comparing with elite female fencers. No major differences in other kinematic parameters indicate that elite male and female fencers performed lunge in similar way. The final conclusion of this study is that the existing differences in time of lunge technique may suggest the need for alternative training strategies to prepare fencing athletes.The examination of the kinematic analysis of the upper body in male and female elite fencers demonstrated that the dissimilarity in the execution speed of the lunge technique between the two genders cannot be accounted for by kinematic changes in joint movements. The differences highlighted in this study can serve as a basis for formulating distinct training and coaching strategies, with the aim of better preparing athletes for decision making and quick movements.**

*Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e*:
CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]
[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری
شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸
Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

# مقایسه کینماتیکی اندام فوقانی شمشیربازان نخبه زن و مرد در اجرای تکنیک لانژ

فاطمه ریاحی [۱] | حیدر صادقی [۲و۳*] | الهام شیرزاد [٤]

۱. کارشناسی‌ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران .
۲. استاد تمام، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران .
۳. استاد تمام، گروه بیومکانیک و توان‌بخشی ورزشی، پژوهشکده علوم حرکتی، دانشگاه خوارزمی تران، تهران، ایران.
٤. استادیار، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

**نویسنده مسئول: حیدر صادقی** h.sadeghi@khu.ac.ir/sadeghih@yahoo.com

**اطلاعات مقاله:**

**نوع مقاله: علمی–پژوهشی**

دریافت: ۱۴۰۲/۱/۱٦
ویرایش: ۱۴۰۲/۸/۲۰
پذیرش: ۱۴۰۲/۸/۲۰

**واژه‌های کلیدی:**
زمان عکس‌العمل، زمان حرکت، سرعت زاویه‌ای، لانژ شمشیربازی

**ارجاع:**
فاطمه ریاحی ، حیدر صادقی، الهام شیرزاد. **مقایسه کینماتیکی اندام فوقانی شمشیربازان نخبه زن و مرد در اجرای تکنیک لانژ.** *پژوهش در طب ورزشی و فناوری*. ۱۴۰۳: ۱٤(۲۷):۱٤-۱

## چکیده

تکنیک لانژ از جمله رایج‌ترین حرکات در رشته شمشیربازی و یکی از تعیین‌کننده‌ترین حرکات تهاجمی در این رشته به شمار می‌آید. هدف از انجام این پژوهش مقایسه کینماتیکی اندام فوقانی شمشیربازان نخبه زن و مرد بزرگسال در اجرای تکنیک لانژ بود. نمونه آماری این پژوهش را هشت شمشیرباز نخبه رشته اپه (٤ زن و ٤ مرد) که عضو تیم ملی بزرگسالان جمهوری اسلامی ایران بودند تشکیل دادند. از آزمودنی‌ها در طی اجرای لانژ کامل در پاسخ به یک محرک نوری، با یک دوربین با نرخ نمونه‌گیری 300 Hz فیلم‌برداری و پارامترهای کینماتیکی اندازه‌گیری شدند. نتایج آزمون t مستقل نشان داد که شمشیربازان نخبه مرد از زمان عکس‌العمل و زمان حرکت کوتاه‌تری نسبت به شمشیربازان نخبه زن برخوردار بودند. عدم وجود تفاوت‌های قابل‌ملاحظه در سایر پارامترهای کینماتیکی، نشان‌دهنده آن است که شمشیربازان نخبه زن و مرد تکنیک لانژ را با روشی مشابه اجرا کردند. وجود تفاوت در پارامترهای زمانی تکنیک لانژ، مؤید نیاز به استراتژی‌های متفاوت تمرین برای آماده‌سازی ورزشکاران شمشیرباز است.



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]
[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]

[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

## Extended Abstract

The assessment of performance and physical and physiological attributes in fencing presents a complex challenge due to the intricate nature of their interrelationships. According to fencing coaches, the speed at which fencers respond to their opponent's maneuvers is crucial. The key is to execute the moves in a timely manner as a reaction to the opponent's strategies. Reaction time (RT) in response to a specific stimulus is another crucial factor in assessing performance effectiveness(1). The differentiating factor of fencers lies in their reaction time compared to their movement time (MT), while the execution of the technique with proper coordination holds significant importance.

Mastering the lunge technique is crucial in fencing, particularly in epee(2-4). It involves a series of movements, starting with shoulder flexion and elbow extension of the weapon hand, followed by dorsiflexion of the ankle and rapid extension of the knee in the front leg. In the end, the extension movements of the thigh, knee, and rear ankle result in the forward propulsion of the entire body(2). This method is employed to engage the rival, strike them rapidly with utmost velocity, and finalize the motion by achieving a point(5-7). The linear movement of the sword during the attack is influenced by the athlete's muscular characteristics and the coordination of the upper and lower limb movements. The lunge serves as a fundamental offensive mechanism, as evidenced by the significant number of attacks executed during a match, which can vary between 66 and 210(8).

Numerous investigations have been conducted to examine the implementation and biomechanics of the lunge technique. In a study conducted by Gresham-Fiegel and his colleagues (2013), the impact of the rear leg position on the speed and power of the lunge technique was examined. The researchers concluded that the vertical position of the rear leg yields the highest levels of power and speed during the execution of the lunge(9). Zappa and colleagues (1999) conducted a study examining the disparities in reaction time among three fencing maneuvers: arm extension, lunge alone, and step with lunge. The findings indicated that, across all participants, the arm extension stroke had the shortest reaction time, while the step with lunge had the longest reaction time. The results also

showed that RT is strongly correlated with task complexity(10). In their research, Williams and Walmsley (2000) conducted a study on the reaction time (RT), movement time (MT), total response time (RMT=RT+MT), and accuracy of both elite and novice fencers. Their findings indicated that while elite fencers exhibited slower movement times, their quicker reaction times led to significantly shorter overall response times. Furthermore, the elite subjects demonstrated a higher level of coherent muscle cooperation and displayed more consistent patterns of muscle coordination(11).

The correct and appropriate execution of the lunge technique is regarded as a valuable skill in the sport of fencing. However, there is a scarcity of research conducted on this particular skill from a biomechanical perspective. The review of the conducted research demonstrates that no research similar to the present study has been conducted in the country. Additionally, in the research conducted abroad, although male and female subjects were included(2, 12, 13), none of them exclusively focused on the kinematic comparison of the lunge technique between two groups of male and female elite fencers(5). Consequently, recognizing the crucial role of this method in scoring points in fencing, it is essential to explore this association among elite athletes in the country, specifically by comparing the kinematics of the upper limbs of male and female elite fencers during execution of the lunge technique.

In this semi-experimental study, a total of eight highly skilled epee fencers, consisting of four women and four men, who were part of Iran's national adult team in 2013, were recruited as participants. Following the completion of a personal profile questionnaire, the subjects underwent testing on two distinct occasions at the National Olympic Academy. The mean and standard deviation of the demographic characteristics of the participants are presented in Table 1.

Table 1. The mean and standard deviation of the demographic characteristics of the participants

| Variable | Female | Male | Total |
|---|---|---|---|
| Height (m) | 1.71±0.038 | 1.84±0.064 | 1.78±0.890 |
| Weight (kg) | 67.75±8.3 | 80.75±15.82 | 75.250±14.69 |
| Age (years) | 23±4.11 | 23.50±3.50 | 23.25±3.91 |
| Experience (years of training) | 8.25±4.5 | 8.25±2.37 | 8.25±3.69 |
| Training load (hours per week) | 9.8±4.58 | 13.5±5.19 | 11.68±4.93 |



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]

[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

Before conducting the analysis of kinematic parameters, subjects were required to complete a warm-up session following the standard preparation procedures commonly practiced in fencing tournaments. After In order to calculate the kinematic mean values, a total of 10 repetitions were carried out by each subject. Subsequently, the examiner assessed each test based on the subject's feedback regarding satisfaction or dissatisfaction with the execution. Following this, 3 random repetitions from the confirmed trials of each subject were chosen for further analysis. The camera recorded the movement of fencers in 2D at a sampling rate of 300 Hz, with 11 markers positioned on key anatomical points such as the shoulder (Acromion), elbow (Lateral Epicondyle of Humerus), wrist (Radial Styloid Process), thigh (greater trochanter), lumbar (L5-6), knee (Lateral Epicondyle of Femur), ankle (external malleolus), and toe (Fifth Metatarsal Phalangeal Joint) to capture kinematic data. Positioned perpendicular to the fencers' movement plane (sagittal plane), the camera recorded the action.

The subjects' lunge execution was recorded on video, and quantitative motion analysis software was utilized to extract the hand linear velocity, as well as shoulder and elbow angular velocities, from the markers positioned on anatomical points. The raw data underwent smoothing through the fourth order Butterworth algorithm with a frequency of 13.4 Hz. Reaction time was determined as the duration between the light stimulus presentation and the initiation of hand movement, while movement time was calculated as the duration between the response initiation and the completion of the movement. The data gathered was analyzed through the use of descriptive statistics, including mean and standard deviation. To assess the normality of the data, the Kolmogorov-Smirnov test was employed. The independent t-test was then utilized to examine kinematic variances in the performance of male and female elite athletes involved in the study, with statistical significance level 0.05.

According to the independent t-test results, a notable distinction was observed in the reaction time ($t(21) = 3.55$, $p=0.002$) and the movement time ($t(21)=5.05$, $p=0.000$,) between Iranian adult male and female elite fencers during the execution of the lunge technique. Male fencers demonstrate significantly shorter average reaction time (0.188) and movement time (0.640) in executing the lunge technique, in contrast to female



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]

[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

fencers whose reaction time (0.274) and movement time (0.798) are notably longer. Additionally, it was revealed that there is no substantial difference in the maximum angular velocity of the shoulder (t(21)=-1.19, p=0.246), maximum angular velocity of the elbow (t(21)=-0.795, p=0.435), and the maximum horizontal hand velocity (t(21)=-1.19, p=0.245 ) between Iranian adult male and female elite fencers when executing the lunge technique. The results of the independent t test showed that there is no significant difference between the time to reach the maximum angular velocity of shoulder (t(21)= 0.054, p=0.957), maximum angular velocity of elbow (t(21)= -0. 545, p=0.591) and the maximum horizontal velocity of the hand (t(13.6)=1.30, p=0.213) of Iranian male and female elite fencers in the implementation of lunge technique. The mean and standard deviation of the research variables in two groups of male and female are presented in Table 2.

Table2. mean and standard deviation of the research variables

| Variable | Female | Male |
|---|---|---|
| reaction time | 0.274±0.05 | 0.188±0.05 |
| movement time | 0.798±0.08 | 0.640±0.04 |
| maximum shoulder angular velocity | 532.4±1.08 | 603.5±1.72 |
| Maximum elbow angular velocity | 719.2±203.6 | 801.4±288.6 |
| maximum hand horizontal velocity | 2.374±0.17 | 2.48±0.22 |
| Time to maximum angular velocity of the shoulder | 38.59±4.78 | 38.15±9.13 |
| Time to maximum angular velocity of the elbow | 38.13±5.74 | 39.42±9.39 |
| Time to maximum horizontal velocity of hand | 62.33±5.89 | 58.30±12.64 |

The results of the research showed that the reaction time and movement time of the elite male fencers was significantly shorter than the female elite fencers. The results were consistent with the results of the research carried out by Mero and Komi(14) and Tonnessen and colleagues(15). The results of this study may be primarily linked to the inherent gender variances in information processing speed and decision-making speed(16). Since the reaction time improves through the proper training and high level of experience, the differences shown in this study may be due to more training hours of male fencers(17, 18).



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]

[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

The current study's results revealed that male and female elite fencers demonstrated similar maximum angular velocity of shoulder, maximum angular velocity of elbow, and maximum horizontal velocity of wrist while executing the lunge technique. The results were in line with the findings of the research carried out by Van Den Tillaar and Cabri(19) and Frere and colleagues (20). The study reveals a likeness in kinematic parameters observed in the execution of the lunge by both male and female elite fencers. As a result, given the similar average age and experience (years of training) of the two groups involved in this study, the explanation for this likeness can likely be rationalized by the possibility that consistent training protocols in elite athletes could potentially minimize the extent of gender variations in sports accomplishments. In general, it is widely accepted that the technique of male and female skilled athletes is comparable. If elite athletes execute a specific skill in the same manner, regardless of gender, the technique will develop similarly over time(21).

The examination of the kinematic analysis of the upper body in male and female elite fencers demonstrated that the dissimilarity in the execution speed of the lunge technique between the two genders cannot be accounted for by kinematic changes in joint movements. The differences highlighted in this study can serve as a basis for formulating distinct training and coaching strategies, with the aim of better preparing athletes for decision making and quick movements.

**Key Words:** Reaction time, Movement time, Angular velocity, Fencing lunge

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]

[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

## مقدمه

شمشیربازی ورزشی پیچیده، پویا، تکنیکی و تاکتیکی است که به توانائی‌ها و ظرفیت‌های خاص نیاز دارد. پارامترهایی مانند ساعات تمرین، سن، تجربه و جنسیت و همچنین تاکتیک‌های مناسب به کار گرفته شده توسط ورزشکار در حین مبارزه، عامل موفقیت شمشیربازان هستند (۱۶). شمشیربازی ورزشی مبارزه‌ای است که در آن روابط بین اجرا و ویژگی‌های فیزیکی و فیزیولوژیکی به سختی ارزیابی می‌شوند. مربیان شمشیربازی معتقدند که مهم‌ترین ویژگی شمشیربازان، سرعت حرکات در پاسخ به حرکات حریف می‌باشد. این بدان معناست که قبل از هرچیز، حرکات باید در زمان مناسب به عنوان پاسخ به حرکات حریف اجرا شوند. پارامتر مهم دیگر در تعیین اجرای موفق، زمان عکس‌العمل[1](RT) در پاسخ به یک محرک خاص است (۱). زمان عکس‌العمل در مقایسه با زمان حرکت[2] (MT) می‌تواند عامل تمایز شمشیربازان قلمداد شود، ضمن اینکه هماهنگی مناسب در اجرای تکنیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

یکی از مهم‌ترین مهارت‌ها در رشته شمشیربازی و خصوصاً رشته اپه روش اجرای تکنیک لانژ است(۲-٤, ۹) که با حرکتی مرکب از فلکشن شانه و اکستنشن آرنج دست مسلح آغاز و با دورسی فلکشن مچ پا و اکستنشن سریع زانو در پای جلو ادامه می‌یابد. در انتها کل بدن توسط حرکات اکستنشن ران، زانو و مچ پای عقب به سمت جلو حرکت می‌کند (۲). این تکنیک برای حمله به حریف، ضربه زدن به حریف با حداکثر سرعت ممکن و پایان حرکت با ثبت یک امتیاز استفاده می‌شود (۵-۷). حرکت انتقالی شمشیر در طول حمله تابعی از ویژگی‌های عضلانی ورزشکار و هماهنگی حرکات اندام‌های فوقانی و تحتانی است. در طول یک مسابقه بین ٦٦ تا ۲۱۰ حمله انجام می‌شود که اهمیت لانژ را به عنوان یک مکانیزم تهاجمی رایج تعیین می‌نماید (۸).

مطالعات متعددی درباره اجرا و کینماتیک تکنیک لانژ انجام شده است. به عنوان نمونه گرشام فیگل و همکارانش (۲۰۱۳) تأثیر وضعیت قرارگیری پای عقب بر سرعت و توان تکنیک لانژ را مورد مطالعه قرار داده و اعلام نمودند که قرارگیری عمودی پای عقب بیشترین توان و سرعت را در طول اجرای لانژ تولید می‌کند (۹). در پژوهشی دیگر زاپا و همکارانش (۱۹۹۹) به ارزیابی تفاوت‌های بین زمان عکس‌العمل در سه ضربه شمشیربازی (اکستنشن بازو به تنهایی AE[3] ، لانژ به تنهایی LO[4] و گام به همراه لانژ SL[5]) پرداختند و نتایج نشان داد که در همه ورزشکاران ضربه AE با کوتاه‌ترین و ضربه SL با طولانی‌ترین RT مرتبط بود. نتایج همچنین نشان داد که RT قویاً با پیچیدگی تکلیف همبستگی دارد (۱۰). ویلیامز و والمسلی (۲۰۰۰) زمان عکس‌العمل (RT) ، زمان حرکت (MT)، زمان کلی پاسخ[6](RMT= RT+MT) و دقت شمشیربازان نخبه و مبتدی را مورد مطالعه قرار داده و مدعی شدند اگرچه آزمودنی‌های نخبه MTs کندتری داشتند، RTs

*1.* Reaction Time
*2.* Movement Time
*3.* Arm Extension Only
*4.* Lunge Only
*5.* Step With Lunge
*6.* Total Response Time



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]
[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

سریع‌تر آن‌ها به طور چشمگیری منجر به زمان‌های کلی پاسخ کوتاه‌تر می‌شود. علاوه‌براین آزمودنی‌های نخبه همکاری‌های عضلانی منسجم‌تر و الگوهای سازگارتر هماهنگی عضلانی را نشان دادند (۱۱).

در شمشیربازی شانه و دست مسلح به طور مکرر حرکات سریع و تغییرات در جهت را اجرا می‌کنند (۲۲). در این رشته بیشترین تأکید بر شروع حرکت با باز شدن دست مسلح می‌باشد. اکستنشن کامل آرنج جهت کاهش احتمال ضدحمله امری ضروری می‌باشد در غیر اینصورت حرکت لانژ کوتاه شده و حریف دسترسی و شانس بیشتری برای پیشی گرفتن در زدن ضربه و ثبت امتیاز خواهد داشت (۲).

در شمشیربازی توانائی اجرای صحیح و مناسب تکنیک لانژ مهارتی تأثیرگذار محسوب می‌شود، اما از جنبه‌های بیومکانیکی مطالعات اندکی در مورد آن به انجام رسیده است. مروری بر پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد پژوهشی مشابه پژوهش حاضر در داخل کشور انجام نشده است، و در بعضی پژوهش‌هائی که در خارج از کشور انجام گرفته نیز با وجود آنکه از آزمودنی‌های زن و مرد استفاده شده (۲, ۱۲, ۱۳) اما در هیچ یک از آن‌ها منحصراً به مقایسه کینماتیکی تکنیک لانژ بین دو گروه شمشیربازان نخبه زن و مرد پرداخته نشده است (۵). از این رو با توجه به نقش مهم این تکنیک در کسب امتیاز در ورزش شمشیربازی انجام تحقیقی در این ارتباط در داخل کشور در سطح ورزشکاران نخبه با هدف مقایسه کینماتیکی اندام فوقانی شمشیربازان نخبه زن و مرد در اجرای تکنیک لانژ ضروری به نظر می‌رسد.

## روش‌شناسی پژوهش

اگرچه افزایش تعداد آزمودنی‌ها می‌توانست منجر به اعتبار بیشتر نتایج آماری شود؛ اما باتوجه‌به هدف این پژوهش که مقایسه شمشیربازان نخبه زن و مرد بزرگسال بود از کلیه اعضای تیم‌های ملی شمشیربازی زنان و مردان بزرگسال در رشته اپه (حجم نمونه آماری با حجم جامعه آماری یکسان بود) آزمون به عمل آمد. در این پژوهش نیمه‌تجربی، هشت شمشیرباز نخبه رشته اپه (٤ زن و ٤ مرد) که در سال ۱۳۹۰ عضو تیم ملی بزرگسالان ایران بودند، شرکت کردند. در ابتدا و قبل از انجام آزمون، توضیحات لازم درباره شیوه انجام آزمون‌ها ارائه و فرم رضایت‌نامه جهت همکاری در این پژوهش در اختیار ورزشکاران قرار گرفت. پس از تکمیل پرسش‌نامه مشخصات فردی، آزمودنی‌ها در دو روز جداگانه در محل آکادمی ملی المپیک (مرکز سنجش و توسعه قابلیت‌های جسمانی ورزشکاران) مورد آزمون قرار گرفتند.

میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های دموگرافیکی شرکت‌کنندگان در پژوهش به تفکیک جنسیت در جدول ۱ ارائه شده است. همانگونه که در جدول مشاهده می‌شود، هر دو گروه زنان و مردان تقریباً از نظر سنی و میزان تجربه[۷] (سال‌های تمرین) مشابه هستند. تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای در پارامترهای قد، وزن و بار تمرین[۸] (ساعت در هفته) بین دو گروه مشاهده گردید.

*7.* Training Experience
*8.* Training Load



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]
[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های دموگرافیکی

| متغیر | زنان | مردان | مجموع |
|---|---|---|---|
| قد (متر) | ۱/۷۱±۰/۰۳۸ | ۱/۸٤±۰/۰٦٤ | ۱/۷۸±۰/۸۹۰ |
| وزن (کیلوگرم) | ٦۷/۷۵±۸/۳ | ۸۰/۷۵±۱۵/۸۲ | ۷۵/۲۵۰±۱٤/٦۹ |
| سن (سال) | ۲۳±٤/۱۱ | ۲۳/۵۰±۳/۵۰ | ۲۳/۲۵±۳/۹۱ |
| تجربه (سال‌های تمرین) | ۸/۲۵±٤/۵ | ۸/۲۵±۲/۳۷ | ۸/۲۵±۳/٦۹ |
| بار تمرین (ساعت در هفته) | ۹/۸±٤/۵۸ | ۱۳/۵±۵/۱۹ | ۱۱/٦۸±٤/۹۳ |

برای اندازه‌گیری متغیرهای کینماتیکی، قبل از انجام آزمایش از آزمودنی‌ها خواسته شد تا خود را مطابق با شرایط معمول آمادگی برای مسابقات شمشیربازی گرم کنند. بعد از گرم‌کردن، از هر شمشیرباز خواسته شد تا با شنیدن فرمان آماده‌باش در وضعیت گارد شمشیربازی قرار گرفته و در پاسخ به یک محرک نوری که به‌وسیله یک لامپ توسط آزمونگر اعمال می‌شد و با دوربین فیلم‌برداری همسان‌سازی زمانی شده بودند با حداکثر سرعت، تکنیک لانژ را اجرا کند. به‌منظور استفاده از مقادیر میانگین کینماتیکی برای هر آزمودنی ۱۰ تکرار انجام شد و هر آزمون مطابق با نظر آزمودنی مبنی بر رضایت یا عدم رضایت از اجرای آن، توسط آزمون‌گر علامت‌گذاری شد. سپس از بین تکرارهای تأیید شده هر آزمودنی، ۳ تکرار به طور تصادفی انتخاب و آنالیز شد. حرکت شمشیربازان توسط یک دوربین[9] (2D) با نرخ نمونه‌گیری ۳۰۰ Hz و با استفاده از ۱۱ نشانگر که برای جمع‌آوری داده‌های کینماتیکی بر نقاط مشخص آناتومیکی شانه (زائده اخرمی) ، آرنج (اپی کندیل خارجی استخوان بازو) ، مچ دست (زائده نیزه‌ای استخوان رادیال) ، ران (تروکانتر بزرگ) ، کمر (مهره‌های L٥-٦) ، زانو (اپی کندیل خارجی استخوان فمور) ، مچ پا (قوزک خارجی) و پنجه (پنجمین مفصل استخوان‌های کف پایی) قرار داده شده بودند، به نحوی که محور نوری دوربین[10] عمود بر صفحه حرکت شمشیربازان (صفحه ساجیتال) قرار داشت فیلمبرداری شد (تصویر ۱) (۱۷ و ۱۸). دو نشانگر نیز روی ابتدا و انتهای تیغه شمشیر تنظیم گردید.

اجرای لانژ آزمودنی‌ها فیلم‌برداری و با استفاده از نرم‌افزار آنالیز حرکت کمی و سرعت خطی دست و سرعت‌های زاویه‌ای شانه و آرنج از موقعیت نشانگرهای قرار داده شده بر نقاط آناتومیکی استخراج شد. داده‌های خام با استفاده از الگوریتم مرتبه چهارم باترورث با فرکانس ۱۳/٤ Hz هموارسازی شد. زمان عکس‌العمل به‌عنوان بازه زمانی بین ارائه محرک نوری و آغاز حرکت دست و زمان حرکت به‌عنوان بازه زمانی بین شروع پاسخ و پایان حرکت اندازه‌گیری شد.

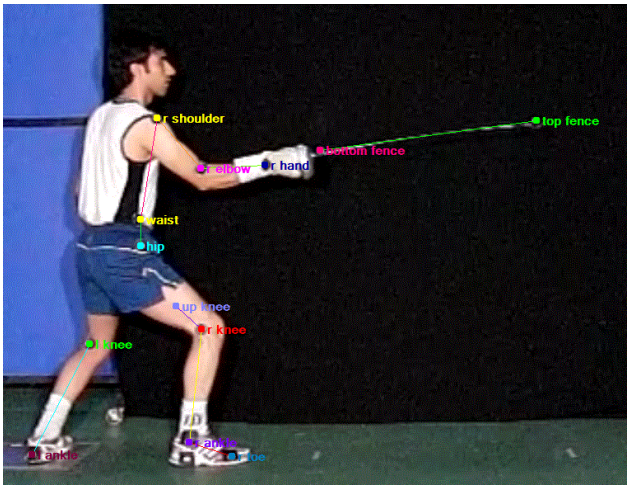
داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از شاخص‌های آمار توصیفی نظیر میانگین و انحراف استاندارد توصیف و به‌منظور تعیین طبیعی بودن داده‌ها از آزمون کولوموگراف اسمیرنف استفاده شد. باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از آزمون t

*9.* Digital Camera, Casio Exilim, 12X Optical 200m
*10.* Optical Axis



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]
[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

مستقل، تفاوت‌های کینماتیکی عملکرد ورزشکاران نخبه زن و مرد شرکت‌کننده در این پژوهش در سطح معناداری ۰/۰۵ تحلیل آماری شد.




تصویر ۱. محل قرارگیری نشانگرها بر روی بدن و تیغه شمشیر ورزشکاران

## یافته‌های پژوهش

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در دو گروه زنان و مردان در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون t مستقل نشان داد که بین زمان عکس‌العمل (p=۰/۰۰۲، t(۲۱)=۳/۵۵) و زمان حرکت (p=۰/۰۰۰ ، t(۲۱)=۵/۰۵) شمشیربازان نخبه زن و مرد بزرگسال ایران در اجرای تکنیک لانژ تفاوت معناداری وجود دارد. به عبارت دیگر، میانگین زمان عکس‌العمل (۰/۱۸۸) و زمان حرکت (۰/٦٤۰) مردان شمشیرباز به طور معناداری کوتاه‌تر از زمان عکس‌العمل (۰/۲۷٤) و زمان حرکت (۰/۷۹۸) زنان شمشیرباز در اجرای تکنیک لانژ است. همچنین نتایج نشان داد که بین حداکثر سرعت زاویه‌ای شانه (p=۰/۲٤٦، t(۲۱)=-۱/۱۹)، حداکثر سرعت زاویه‌ای آرنج (p=۰/٤۳۵، t(۲۱)=-۰/۷۹۵) و حداکثر سرعت افقی دست (p=۰/۲٤۵، t(۲۱)=-۱/۱۹) شمشیربازان نخبه زن و مرد بزرگسال ایران در اجرای تکنیک لانژ تفاوت معناداری وجود ندارد.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش

| متغیر | زنان | مردان |
|---|---|---|
| زمان عکس‌العمل (s) | ۰/۲۷٤±۰/۰۵ | ۰/۱۸۸±۰/۰۵ |
| زمان حرکت (s) | ۰/۷۹۸±۰/۰۸ | ۰/٦٤۰±۰/۰٤ |
| حداکثر سرعت زاویه‌ای شانه (°/s) | ۵۳۲/٤±۱/۰۸ | ٦۰۳/۵±۱/۷۲ |
| حداکثر سرعت زاویه‌ای آرنج (°/s) | ۷۱۹/۲±۲۰۳/٦ | ۸۰۱/٤±۲۸۸/٦ |
| حداکثر سرعت افقی دست (m/s) | ۲/۳۷٤±۰/۱۷ | ۲/٤۸±۰/۲۲ |
| زمان رسیدن به حداکثر سرعت زاویه‌ای شانه (%) | ۳۸/۵۹±٤/۷۸ | ۳۸/۱۵±۹/۱۳ |
| زمان رسیدن به حداکثر سرعت زاویه‌ای آرنج (%) | ۳۸/۱۳±۵/۷٤ | ۳۹/٤۲±۹/۳۹ |
| زمان رسیدن به حداکثر سرعت افقی دست (%) | ٦۲/۳۳±۵/۸۹ | ۵۸/۳۰±۱۲/٦٤ |



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]
[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

زمان رسیدن به حداکثر سرعت زاویه‌ای شانه، حداکثر سرعت زاویه‌ای آرنج و حداکثر سرعت افقی دست شمشیربازان نخبه زن و مرد بزرگسال ایران در اجرای تکنیک لانژ در جدول شماره 2 نشان داده شده است. لازم به ذکر است که کلیه این زمان‌ها بر اساس درصدی از زمان کل حرکت، در نظر گرفته شده است. نتایج آزمون t مستقل نشان داد که بین زمان رسیدن به حداکثر سرعت زاویه‌ای شانه (p=۰/۹۵۷، t(۲۱)=۰/۰۵٤)، حداکثر سرعت زاویه‌ای آرنج (p=۰/۵۹۱، ۰/۵٤۵- =t(۲۱)) و حداکثر سرعت افقی دست (p=۰/۲۱۳، t(۱۳/٦)=۱/۳۰) شمشیربازان نخبه زن و مرد بزرگسال ایران در اجرای تکنیک لانژ تفاوت معناداری وجود ندارد.

## بحث

هدف از انجام این پژوهش آنالیز کینماتیکی اندام فوقانی شمشیربازان نخبه زن و مرد در اجرای تکنیک لانژ بود، اگرچه محدودیت مقالات علمی مرتبط با پژوهش حاضر امکان مقایسه یافته‌های این پژوهش را با یافته‌های سایر مطالعات دشوار می‌کند. نتایج پژوهش انجام گرفته نشان داد که زمان عکس‌العمل و زمان حرکت شمشیربازان نخبه مرد به طور معناداری کوتاه‌تر از شمشیربازان نخبه زن بود. نتایج به دست آمده با نتایج پژوهش‌های انجام شده توسط مرو و کومی (١٤) و تونسن و همکارانش (١٥) همخوانی داشت. این یافته‌ها را احتمالاً می‌توان تا حدود زیادی به تفاوت‌های ذاتی جنسیتی در ارتباط با سرعت پردازش اطلاعات و سرعت تصمیم‌گیری نسبت داد (١٦). سرعت پردازش می‌تواند ناشی از عملکرد عصب‌شناسی ذاتی تحت تاثیر جنسیت متفاوت باشد (٢٣). ضمن اینکه احتمالاً می‌توان متغیرهای دیگری همچون؛ وراثت، پس زمینه تمرینی و خصوصاً تفاوت در سطح عملکرد را مؤثر دانست. از آنجا که زمان عکس‌العمل مهارتی حرکتی است که از طریق پیش‌زمینه تمرینی مناسب و سطح بالای تجربه بهبود می‌یابد تفاوت‌های نشان داده شده در این پژوهش می‌تواند ناشی از ساعات تمرینی بیشتر مردان شمشیرباز باشد (١٧, ١٨). تفاوت‌های جنسیتی در پاسخ به محرک می‌تواند به عنوان تابعی از نوع محرک ارائه شده مطرح شود. اجزای معناشناسی (مانند حروف و اعداد)، محرک‌های شنیداری و کلامی در زنان عکس‌العمل سریع‌تری را نسبت به مردان بوجود می‌آورد درحالیکه مردان عکس‌العمل سریع‌تری نسبت به محرک‌های دیداری نشان می‌دهند (٢٤). نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر بسیار کاربردی خواهد بود چرا که در این مطالعه روش ارزیابی توانایی ورزشکاران برای پردازش اطلاعات و سپس انجام حرکت، مشابه پاسخ‌های متداول مورد نیاز در شرایط تمرین و مسابقات می‌باشد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پارامترهای حداکثر سرعت زاویه‌ای شانه، حداکثر سرعت زاویه‌ای آرنج و حداکثر سرعت افقی مچ دست شمشیربازان نخبه زن و مرد بزرگسال ایران در اجرای تکنیک لانژ مشابه بود. نتایج به دست آمده با نتایج پژوهش‌های انجام شده توسط ون دن تیلار و کابری (١٩) و فرر و همکارانش (٢٠) همخوانی داشت. هدف از لانژ بازکردن دست و تیغه شمشیر با حداکثر سرعت به سمت هدف منتخب می‌باشد. قانون t.۷,۱ فدراسیون بین‌المللی شمشیربازی تأکید می‌کند که بازکردن دست و همزمان ضربه زدن به منطقه هدف در حریف، مقدم بر لانژ یا فلش اولین



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]
[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

حرکت به عنوان حمله محسوب می‌شود (۲۵). به بیان دیگر شمشیرباز باید دست خود را قبل از جدا شدن پا از زمین باز کند. این مسئله به دلایل تاکتیکی به جهت جلوگیری از انجام ضدحمله بر روی دست مسلح بسیار پراهمیت است. مشابهت پارامترهای کینماتیکی بین شمشیربازان نخبه زن و مرد نشان می‌دهد که در این پژوهش آزمودنی‌ها، لانژ را با تکنیک مشابهی اجرا کردند. لذا با توجه به یکسان بودن میانگین سن و تجربه (سال‌های تمرین) دو گروه شرکت‌کننده در این پژوهش، علت این تشابه را احتمالاً می‌توان اینچنین توجیه کرد که، پروتکل‌های تمرینی مشابه در ورزشکاران نخبه یک رشته ورزشی واحد، احتمالاً می‌تواند موجب کاهش دامنه تفاوت‌های جنسیتی در اجراهای ورزشی شود. به طور کلی این باور وجود دارد که تکنیک ورزشکاران ماهر زن و مرد مشابه می‌باشد. چنانچه ورزشکاران نخبه تکنیکی از یک مهارت ورزشی خاص را به طور همسان اجرا نمایند با گذشت زمان فارغ از جنسیت، تکنیک به شکل مشابهی توسعه پیدا خواهد کرد (۲۱).

## نتیجه‌گیری

آنالیز کینماتیکی اندام فوقانی در شمشیربازان نخبه زن و مرد نشان داد که تفاوت در سرعت اجرای تکنیک لانژ بین شمشیربازان نخبه زن و مرد به‌طورکلی نمی‌تواند نتیجه تغییرات کینماتیکی در حرکات مفاصل باشد. تفاوت‌های نشان‌داده‌شده در این پژوهش می‌تواند ما را به سمت استراتژی‌های متفاوت تمرین و مربیگری در جهت آماده‌سازی بهتر ورزشکاران برای تصمیم‌گیری و حرکت سریع و در نتیجه بهبود عملکرد ورزشی در میادین ورزشی هدایت نماید. نتایج نشان می‌دهد که بار تمرین (ساعت در هفته) می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر زمان عکس‌العمل داشته باشد. این تفاوت‌ها نشان می‌دهد که برای کاهش فاصله بین عملکرد شمشیربازان نخبه زن و مرد نیازمند تمریناتی هستیم که تمرکز بیشتری بر پارامترهای زمانی داشته باشند. مقایسه عناصر تکنیکی بین شمشیربازان نخبه زن و مرد جهت نشان‌دادن جنبه‌ها و مشخصه‌های تکنیک لانژ شمشیربازان نخبه زن و بهبود عملکرد آن‌ها بسیار مهم است. در این مطالعه به بررسی پارامترهای کینماتیکی پرداخته شده است، پیشنهاد می‌شود جهت بررسی جزئیات بیشتر تفاوت‌های جنسیتی مطالعاتی در زمینه کینتیک حرکت انجام شود.

## تقدیر و تشکر

این پژوهش با کمک و حمایت مالی شرکت صنایع مهندسی تک عرش، مجموعه تخصصی مهندسی ورزش انجام‌گرفته است. نویسندگان مراتب سپاس و قدردانی خود را از این شرکت اعلام می‌دارند. ضمناً نویسندگان از جناب آقای پیمان فخری بابت در اختیار گذاشتن آزمودنی‌ها قدردانی می‌نمایند.



[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]

[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]

## References


1. Legnani G, Zappa BF, Roi GS, Galli M, editors. Dynamic simulation of fencing hits. Proceedings of the VIIth International Symposium on Computer Simulation in Biomechanics; 1999: University of Calgary.
2. Stewart S, Kopetka B. The kinematic determinants of speed in the fencing lunge. J Sports Sci. 2005;23(2):105.
3. Gutierrez-Davila M, Rojas FJ, Antonio R, Navarro E. Response timing in the lunge and target change in elite versus medium-level fencers. Eur J Sport Sci. 2013;13(4):364-71. Https://doi.org/10.1080/17461391.2011.635704
4. Bottoms L, Greenhalgh A, Sinclair J. Kinematic determinants of weapon velocity during the fencing lunge in experienced épée fencers. Acta Bioeng Biomech. 2013;15(4):109-13.
5. Sinclair J, Bottoms L. Gender differences in the kinetics and lower extremity kinematics of the fencing lunge. International J Performance Analysis in Sport. 2013;13(2):440-51.
6. Paul, W M, Beasley, Bottoms L, G U. Epee Fencing: A step by step guide to achieving Olympic gold with no guarantee you will get any where near it. Wellard Publishing. United Kingdom .2011
7. Klauck J, Hassan SE, editors. Lower and upper extremity coordination parameters during the fencing lunge. ISBS-Conference Proceedings Archive; 1998.
8. Roi GS, Bianchedi D. The science of fencing: implications for performance and injury prevention. Sports Med. 2008;38(6):465-81. Https://doi.org/ 10.2165/00007256-200838060-00003
9. Gresham-Fiegel CN, House PD, Zupan MF. The effect of nonleading foot placement on power and velocity in the fencing lunge. J Strength Cond Res. 2013;27(1):57-63. Https://doi.org/ 10.1519/jsc.0b013e31824e0e9d
10. Zappa BF, Legnani G, Roi G, Galli M, editors. Kinematic analysis of three fencing hits. proceedings of XVIIth Congress of the Int Society of Biomechanics; 1999
11. Williams LR, Walmsley A. Response amendment in fencing: differences between elite and novice subjects. Percept Mot Skills. 2000;91(1):131-42. Https://doi.org/ 10.2466/pms.2000.91.1.131
12. Tsolakis C, Vagenas G. Anthropometric, Physiological and Performance Characteristics of Elite and Sub-elite Fencers. J Hum Kinetics. 2010;23:89-95. Https://doi.org/10.2478/v10078-010-0011-8
13. Poulis I, Chatzis S, Christopoulou K, Tsolakis C. Isokinetic strength during knee flexion and extension in elite fencers. Percept Mot Skills. 2009;108(3):949-61. Https://doi.org/10.2466/pms.108.3.949-961
14. Mero A, Komi PV. Reaction time and electromyographic activity during a sprint start. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1990;61(1-2):73-80. Https://doi.org/ 10.1007/bf00236697
15. Tonnessen E, Haugen T, Shalfawi SA. Reaction time aspects of elite sprinters in athletic world championships. J Strength Cond Res. 2013;27(4):885-92. Https://doi.org/ 10.1519/jsc.0b013e31826520c3
16. Adam JJ, Paas FG, Buekers MJ, Wuyts IJ, Spijkers WA, Wallmeyer P. Gender differences in choice reaction time: evidence for differential strategies. Ergonomics. 1999;42(2):327-35. Https://doi.org/10.1080/001401399185685
17. Collet C. Strategic aspects of reaction time in world-class sprinters. Percept Mot Skills. 1999;88(1):65-75. Https://doi.org/10.2466/pms.1999.88.1.65
18. Colakoglu H, Akgun N, Yalaz G, Ertat A. The effects of speed training in acoustic and optic reaction times. Turkish J Sports Med. 1987;22:37-46.
19. Van Den Tillaar R, Cabri JM. Gender differences in the kinematics and ball velocity of overarm throwing in elite team handball players. J Sports Sci. 2012;30(8):807-13. Https://doi.org/10.1080/02640414.2012.671529
20. Frere J, Gopfert B, Nuesch C, Huber C, Fischer M, Wirz D, et al. Kinematical and EMG-classifications of a fencing attack. Int J Sports Med. 2011;32(1):28-34. Https://doi.org/10.1055/s-0030-1267199
21. Alexander MJ, editor Comparison of biomechanical aspects of performance in elite male and female track athletes. ISBS-Conference Proceedings Archive; 1997.
22. Harmenberg J, Ceci R, Barvestad P, Hjerpe K, Nystrom J. Comparison of different tests of fencing performance. Int J Sports Med. 1991;12(6):573-6. Https://doi.org/10.1055/s-2007-1024736
23. Spierer DK, Petersen RA, Duffy K, Corcoran BM, Rawls-Martin T. Gender influence on response time to sensory stimuli. J Strength Cond Res. 2010;24(4):957-63. Https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181c7c536
24. Lahtela K, Niemi P, Kuusela V. Adult visual choice-reaction time, age, sex and preparedness. A test of Welford's problem in a large population sample. Scand J Psychol. 1985;26(4):357-62. Https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.1985.tb01175.x
25. Technical Rules: International Fencing Federation; And Regulations ISF Gymnasiade Normandy. 2006.


[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2025-12-06 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1398.0.0.2.7 ]
[ DOI: 10.61186/jsmt.22.27.1 ]