

## BIOMECHANICAL STRUCTURE SPECIFICS OF THE JAVELIN THROWING TECHNIQUE OF ELITE ATHLETES

Olexander Klimashevsky<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine, O.klimashevskiy@gmail.com

<https://doi.org/10.29038/2220-7481-2017-04-99-103>

### Abstract

**The relevance of the research.** At the current stage of sports science development, the most promising direction for increasing sport results is that focuses on the maximum usage of the qualitative training process characteristics, reserves search of athletes' technical skill improvement, methods and means of technical training, maximal realization of individual congenital and acquired inclinations of athletes. **Statement of the Problem.** The highest quality in the motor actions technique improvement is achieved through the usage of biomechanical analysis which is based on the studying of biomechanical structures using modern electrooptical systems of registration and analysis of movements with the subsequent development of model indicators. **The Purpose and Methods of Research.** The aim of this work is to analyze the peculiarities of the biomechanical structure of the javelin throwing technique by elite athletes. Research methods: analysis of scientific and methodical literature, video, biomechanical analysis and methods of mathematical statistics. **Results and Key Conclusions.** The analysis of the javelin throwing technique of highly qualified athletes is carried out. In the experiment four javeliners participated – masters of sport of the international class. With the help of video shooting and biomechanical analysis quantitative characteristics of the biomechanical structure of the throwing javelins technique of highly qualified athletes are obtained. The indexes that influence the javelin flight range in the phases of the previous run, final run and final effort are studied. The temporal, spatial and spatial-temporal characteristics of the technique of motor activity is analyzed. The obtained data is planned to be used for constructing models of the biomechanical structure of the javelin throwing technique. The indicators of the biomechanical structure of the javelin throwing technique discovered by highly qualified athletes can be used as sample models for athletes of lower qualification. Prospects for further research are the study of the biomechanical structure of the equipment of qualified athletes and the discriminatory features revealed in the technique of athletes of different qualifications, with the aim of further improving the javelin throwing technique of the qualified athletes.

**Key words:** javelin throwing, technique, elite athletes, biomechanical structure.

**Олександр Клімашевський. Особливості біомеханічної структури техніки метання списа висококваліфікованими спортсменами. Актуальність теми дослідження.** На сучасному етапі розвитку спортивної науки, найперспективнішим напрямом підвищення спортивного результату є той, що орієнтує на максимальне використання якісних характеристик тренувального процесу, пошук резервів удосконалення технічної майстерності спортсменів, методів і засобів технічної підготовки, максимальної реалізації індивідуальних вроджених та набутих задатків атлетів. **Постановка проблеми.** Найвища якість під час удосконалення техніки рухових дій досягається за рахунок використання біомеханічного аналізу, в основу якого покладено дослідження біомеханічної структури за допомогою застосування сучасних оптико-електронних систем реєстрації й аналізу рухів із подальшою розробкою модельних показників. **Мета й методи дослідження.** Мета роботи – проаналізувати особливості біомеханічної структури техніки метання списа спортсменами високої кваліфікації. Методи досліджень – аналіз науково-методичної літератури, відеозйомка, біомеханічний аналіз, методи математичної статистики. **Результати та ключові висновки.** Проведено аналіз техніки метання списа висококваліфікованими спортсменами. В експерименті брали участь чотири металники списа – майстри спорту міжнародного класу. За допомогою відеозйомки й біомеханічного аналізу отримано кількісні характеристики біомеханічної структури техніки метання списа висококваліфікованими спортсменами. Досліджено показники, які найбільшою мірою впливають на дальність польоту списа у фазах попереднього розбігу, завершального розбігу та фінального зусилля. Проаналізовано часові, просторові й просторово-часові характеристики техніки рухових дій. Отримані дані планується використати для побудови моделей біомеханічної структури техніки метання списа. Виявлені нами показники біомеханічної структури техніки метання списа висококваліфікованими спортсменами можуть бути використані, як зразки – моделі для спортсменів нижчої кваліфікації. Перспективи подальшого дослідження вбачаємо у вивченні біомеханічної структури техніки кваліфікованих спортсменів та виявленні дискримінативних ознак у техніці спортсменів різної кваліфікації з метою подальшого вдосконалення техніки метання списа кваліфікованими спортсменами.

**Ключові слова:** метання списа, техніка, висококваліфіковані спортсмени, біомеханічна структура.

**Александр Климашевский. Особенности биомеханической структуры техники метания копья высококвалифицированными спортсменами. Актуальность темы исследования.** На современном этапе развития спортивной науки перспективным направлением повышения спортивного результата является то, что ориентирует на максимальное использование качественных характеристик тренировочного процесса, поиск резервов совершенствования технического мастерства спортсменов, методов и средств технической подготовки, максимальной реализации индивидуальных врожденных и приобретенных задатков атлетов. **Постановка проблемы.** Высочайшее качество при совершенствовании техники двигательных действий достигается за счет использования биомеханического анализа, в основе которого лежит исследование биомеханической структуры посредством использования современных опико-электронных систем регистрации и анализа движений с последующей разработкой модельных показателей. **Цель и методы исследования.** Цель работы – проанализировать особенности биомеханической структуры техники метания копья спортсменами высокой квалификации. Методы исследований – анализ научно-методической литературы, видеосъемка, биомеханический анализ, методы математической статистики. **Результаты и ключевые выводы.** Проведен анализ техники метания копья высококвалифицированными спортсменами. В эксперименте участвовали четыре метателя копья – мастера спорта международного класса. При помощи видеосъемки и биомеханического анализа получены количественные характеристики биомеханической структуры техники метания копья высококвалифицированными спортсменами. Исследованы показатели, которые в наибольшей степени влияют на дальность полета копья в фазах предварительного разбега, заключительного разбега и финального усилия. Проанализированы временные, пространственные и пространственно-временные характеристики техники двигательных действий. Полученные данные планируется использовать для построения моделей биомеханической структуры техники метания копья. Обнаруженные нами показатели биомеханической структуры техники метания копья высококвалифицированными спортсменами могут быть использованы как образцы – модели для спортсменов низкой квалификации. Перспективы дальнейшего исследования заключаются в изучении биомеханической структуры техники квалифицированных спортсменов и выявлении дискриминативных признаков в технике спортсменов различной квалификации с целью дальнейшего совершенствования техники метания копья квалифицированными спортсменами. **Ключевые слова:** метание копья, техника, высококвалифицированные спортсмены, биомеханическая структура.

**Introduction.** At the current stage of sports science development, the most promising direction for increasing sport results is that focuses on the maximum usage of the qualitative training process characteristics, reserves search of athletes' technical skill improvement, methods and means of technical training, maximal realization of individual congenital and acquired inclinations of athletes [5]. In the javelin throwing, one of the ways to increase athletic performance is improving the javelin thrower's motor action. The high level of proficiency of motor actions allows to show stable and high results for the whole season, so currently one of the main problems in preparation of javelinthrowing athletes is – improving of motor actions technique [1].

**The Analysis of Researches.** Many authors considered that the highest quality in the motor action technique improvement [2; 5], is achieved through the usage of biomechanical analysis which is based on the investigation of biomechanical structures using modern and electrooptical systems of registration and analysis of movements with the subsequent model parameters development [4]. Nowadays, most published works are devoted to the studying of the javelin throwing technique and analyzing the world's leading athletes technique. Mainly they are focused on individual characteristics of the exercise, but in most cases all major characteristics of the technique are not analyzed [3; 6].

**The aim of this work** is to analyze the peculiarities of the biomechanical structure of javelin throwing technique of elite athletes.

**Material and methods of research** – analysis of scientific and methodical literature, video, biomechanical analysis and methods of mathematical statistics. In order to identify benchmarks of javelin throwing technology, 20 attempts of 4 *Worldmasters of sports* were analyzed. All the attempts performed by athletes in trainings were filmed, but only 5 attempts of each athlete with the best results have been selected.

**The Results of the Study. Discussion.** The range of the projectile is the main aim that reflects the sport results. That's why the terms of the spear range have been analyzed at first. The results of the studied attempts in the javelin throwing showed 73,8 perm,  $S=2,4$  m in average, maximum of 76,8 m, and the minimum 72,4 m. Having analyzed the results of attempts, we concluded that the experimental group is homogeneous according to the rate range of the spears, the low value of the coefficient of variation ( $V=3,2$  %) and close to each other on the average, mode and median was proved ( $x=73,8$ ,  $Mo=73,4$ ;  $Me=73,6$ ). According to the data we came to the conclusion that the indicators of the biomechanical structure of javelin throwing technique can be analyzed by the indicator of average values.

We have analyzed the preliminary part of the running approach by javelin thrower. The research shows that dynamics and the maximum value of acceleration of the projectile and body of the thrower in the

previous part of the running approach depends on his physical training and the development of swidle power qualities mainly compearing with the technique of movements. Therefore, we analyzed only the integralcharacteristics of the preliminary part of the running approach: length of running approach, timeof running approach, amount of steps, the average running stride length, the speed of the overallcenter of body weight of the athlete at the end of the running approach.

Biomechanical parameters of the technique in preliminary running approach of elite javelinthrowers are presented in the table 1.

Table 1

**Biomechanical Parameters of the Kinematic Structure Technique Inthe Preliminary Part of a Running Approachshowed by Elite Javelin Thrower (n = 20)**

| Measured Parameter   | $x$   | S    |
|--|-------|------|
| Length of the running approach, $m$  | 16,28 | 0,84 |
| Time of running approach, $s$  | 2,32  | 0,19 |
| Number of steps  | 13,2  | 0,97 |
| Average running stride length, $m$   | 1,26  | 0,12 |
| Speed CCM of the athlete's body at the end of the running approach, $m \cdot s^{-1}$ | 7,98  | 0,66 |

The main criterion for the preliminary running approach is speed CCM of the athlete's body at the end of the run. Speed at the end of the preliminary running approach reaches  $7,98m \cdot s^{-1}$ ,  $S=0,66 m \cdot s^{-1}$ . The acceleration is achieved mainly due to the increasing in running pace and not via increasing the length of the steps.It is proved by the characteristics of the average length of the running stride during the preliminary running approach,which is 1,26 m while the standard deviation is 0,12 m. So the length of the steps is almost the same.

Indicators of the spatiotemporal structure of the javelin throwing technique of elite athletes in the phase of the final part of the running approach are presented in the table 2.

Table 2

**Spatio-Temporal Indicators of Elite Javelin Throwers in the Final Part of the Running Approach (n= 20)**

| The Name of the Phase       |                     | Measured Parameter |                   |                             |                                    |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------|
|                             |                     |                    | CCM Movement, $m$ | CCM Speed, $m \cdot s^{-1}$ | CCM Acceleration, $m \cdot s^{-2}$ |
| The first springing stride  | The reference phase | $x$                | <b>0,12</b>       | <b>8,08</b>                 | <b>2,5</b>                         |
|                             |                     | S                  | 0,01              | 0,77                        | 0,16                               |
|                             | Phase of flight     | $x$                | <b>1,76</b>       | <b>8,22</b>                 | <b>0,90</b>                        |
|                             |                     | S                  | 0,15              | 0,72                        | 0,06                               |
| The second springing stride | The reference phase | $x$                | <b>0,14</b>       | <b>8,52</b>                 | <b>1,25</b>                        |
|                             |                     | S                  | 0,02              | 0,66                        | 0,11                               |
|                             | Phase of flight     | $x$                | <b>1,48</b>       | <b>8,66</b>                 | <b>0,75</b>                        |
|                             |                     | S                  | 0,14              | 0,82                        | 0,03                               |
| The third springing stride  | The reference phase | $x$                | <b>0,12</b>       | <b>8,78</b>                 | <b>1,05</b>                        |
|                             |                     | S                  | 0,01              | 0,71                        | 0,05                               |
|                             | Phase of flight     | $x$                | <b>1,89</b>       | <b>8,82</b>                 | <b>0,66</b>                        |
|                             |                     | S                  | 0,17              | 0,77                        | 0,06                               |
| The fourth springing stride | The reference phase | $x$                | <b>0,18</b>       | <b>8,94</b>                 | <b>0,78</b>                        |
|                             |                     | S                  | 0,02              | 0,66                        | 0,02                               |
|                             | Phase of flight     | $x$                | <b>1,41</b>       | <b>8,96</b>                 | <b>0,50</b>                        |
|                             |                     | S                  | 0,14              | 0,55                        | 0,05                               |

In the final part of the running approach, all athletes performed four springing strides. In this phase of the movement we have analyzed the indicators of the spatiotemporal technique of javelin throwing structure: displacement of velocity and acceleration of CCG(common center of gravity) of the athlete's body.

We should pay specialattention at the spatial and temporal characteristics of the movement CCG of skilled javelin thrower. Moving CCG athlete's body occurs in the support phase and the phase of flight. In the support phase CCG moved to 0,12–0,18 m, and in a phase of flight to 1,41–1,89 metres. However, in the

support phase the athlete has a greater speed boost than in the the phases of flight. The reason is the next: athlete applies propulsive force to the supportin reference phase. Speed CCG of highly skilled javelin throwers body in the phase of the final part of the running approach isincreasing, and acceleration is positive, which indicates efficient performance of motor actions.

The indicators of the main parameters of the javelin throwing by elite throwers are presented in the table 3.

Table 3

**Main Parameters of the Javelin Throwing by Elite Throwers (n = 20)**

| Measured Parameter  | <i>x</i>     | <i>S</i> |
|---|--------------|----------|
| The range of a spear, <i>m</i>  | <b>73,8</b>  | 2,4      |
| The path length of the final acceleration of a spear, <i>m</i>                      | <b>1,88</b>  | 0,12     |
| Launching speed of a spear, <i>m•s<sup>-1</sup></i>                                 | <b>27,6</b>  | 1,21     |
| CCM speed of a sportsman's body at the moment of launching, <i>m•s<sup>-1</sup></i> | <b>10,24</b> | 0,97     |
| The angle of the torso is vertical at the moment of launching, °                    | <b>35</b>    | 2,9      |
| The angle of the spear launching, °   | <b>36</b>    | 2,9      |
| The height of the flight of the spear, <i>m</i>                                     | <b>2,04</b>  | 31,2     |

As thefinal effort is the culminationof javelin throwingtechniques, it requires the most detailed studying. We have studied the indicators which influence on the range of a spear.

The rate of launching of the elite spear throwers is 27,6 m•s<sup>-1</sup>, the path length of the final acceleration of a projectile of 1,88 m, the more the value of these indicators, the better sports result. Speed CCG of the athlete's body at the moment of launching made up 10,24 m•s<sup>-1</sup>, whereas at the end of the final phase of the running approach this indicatorwas of 8,96 m•s<sup>-1</sup>. Thus, we observe the increase in the CCM during the entire throwing, which is an indicator of proper exercise.

We have identified the parameters of the biomechanical structure of the javelin

throwing technique of elite athletes which can be used as sample models for the athletes of lower qualification.

**Conclusions and Prospects for Further Research.** The high level of technical and possessional skill of a rational javelin throwing technique has a significant impact on athletic performance throwers. Biomechanical structure of the javelinthrowing technique of elite athletes was identified and analyzed by using temporal, spatial and spatio-temporal-related characteristics of motor actions. We haveidentified the indicators of biomechanical structureof the javelin throwingtechnique by elite athletes which can be used as sample models for the athletes of lowerqualification.

Further researches are based on the studying of the biomechanical structure of the skilled athletes technique and identifying discriminating signs in the athletes with different skills, for improvingthe art of throwing spears by skilled athletes.

#### Sources and Literature

1. Лапутин А. Н., Архипов А. А., Лайуни Р. Моделирование спортивной техники и видеокomпьютерный контроль в технической подготовке спортсменов высшей квалификации. *Наука в олимпийском спорте*. Киев, 1999. С. 102–109.
2. Лехман Ф. Биомеханический анализ метания копья на чемпионате мира ИААФ по легкой атлетике 2009 года. *Легкоатлетический вестник ИААФ*, 2010. № 3–4. С. 61–77.
3. Петров Е. П., Крячко А. В. Прогнозирование спортивных достижений в системе подготовки высококвалифицированных спортсменов: материалы Всесоюзной науч. конф. Москва, 1983. С. 52.
4. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Київ: Олімп. літ., 2004. С. 229–234.
5. Хмельницкая И. В. Системы видеoанализа в практике спорта. Теория и практика физической культуры. 2000. № 3. С. 28–37.
6. Campos J. Brizuela G., Ramon V. Three-dimensional kinematic analysis of elite javelin throwers at the 1999 IAAF World Championships in Athletics. URL: <http://www.iaaf-rdc.ru/ru/docs/publication/64.html>.

#### References

1. Laputin, A. N., Arkhipov, A. A. & Laiuni, R. (1999). Modelirovanie sportivnoi tekhniki i videokompiuternyi kontrol v tekhnicheskoi podhotovke sportsmenov vysshei kvalifikatsii [Modeling of sports equipment and video-computer control in the technical training of highly qualified athletes]. *Nauka v olimpiiskom sporte*. Kiev, 102–109.
2. Lekhman, F. (2010). Biomekhanicheskii analiz metaniia kopia na chempionate mira IAAF po lehkoii atletike 2009 hoda [Biomechanical analysis of javelin throwing at the IAAF World Athletics Championships 2009]. *Lehkoatleticheskii vestnik IAAF*, no. 3–4, 61–77.

3. Petrov, E. P. & Kriachko, A. V. (1983). Prohnozirovanie sportivnykh dostizhenii v sisteme podgotovki vysokokvalifitsirovannykh sportsmenov [Forecasting of sports achievements in the system of training highly qualified athletes]. Materialy vsesoiuznoi nauchnoi konf., Moskva, 52.
4. Platonov, V. N. (2004). Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiiskom sporte [The system of training athletes in the Olympic sport]. Kyiv, Olimp. literatura, 229–234.
5. Khmel'nitskaia, I. V. (2000). Sistemy videoanaliza v praktike sporta [Systems of video analysis in sport practice]. Teoriia i praktika fizicheskoi kultury, no. 3, 28–37.
6. Campos, J. Brizuela, G. & Ramon, V. (2004). Three-dimensional kinematic analysis of elite javelin throwers at the 1999 IAAF World Championships in Athletics. <http://www.iaaf-rdc.ru/ru/docs/publication/64.html>.

Стаття надійшла до редакції 18.10.2017 р.