

**ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРЯМОГО УДАРУ ПРАВОЮ РУКОЮ
З ЛІВОСТОРОННЬОЇ СТІЙКИ У ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ,
ЯКІ СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ В РУКОПАШНОМУ БОЮ**

**EVALUATION OF EFFICIENCY OF A DIRECT BLOW WITH THE RIGHT HAND
FROM A LEFT STANCE PERFORMED BY HIGHLY QUALIFIED ATHLETES
SPECIALIZING IN HAND-TO-HAND COMBAT**

Вако І. І.¹, Радченко Ю. А.², Нікітенко О. В.³

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ, Україна

²Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ, Україна

³Державний податковий університет України, м. Ірпін, Україна

¹ORCID: 0000-0002-0541-5761

²ORCID: 0000-0002-8819-3104

³ORCID: 0000-0003-2748-8563

Vako I. I.¹, Radchenko Yu. A.², Nikitenko O. V.³

¹National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³State Tax University of Ukraine, Irpin, Ukraine

DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.3.24>

Анотації

Мета – оцінити ефективність прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються в рукопашному бою.

Методи. Теоретичні – для визначення актуальності проблеми формування техніки рухових дій у рукопашному бою; емпіричні: реєстрація кінематичних характеристик техніки прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки відбувалася за допомогою маркерної системи реєстрації та аналізу рухів Qualisis, що дозволило зафіксувати дані в тримірному просторі. Методи математичної статистики: метод середніх величин та вибірковий метод. Нами було зареєстровано техніку виконання досліджуваної рухової дії у 12 спортсменів високої кваліфікації. **Результати.** Прямий удар правою рукою з лівосторонньої стійки є одним з найбільш широко використовуваних та ефективних ударів у рукопашному бою. Прямі удари, на відміну від бокових та ударів знизу, не мають фази замаху, тому загальна тривалість їх є меншою. Таким чином, всі прямі удари руками (як лівою, так і правою) складаються з таких фаз: підготовки до удару, ударного руху, контакту та повернення у вихідне положення. Як зазначалося вище, під час виконання прямих ударів руками відсутня фаза замаху. Тому аналіз рухових дій спортсменів у фазі підготовки до удару має суттєве значення, оскільки за цю фазу руху спортсмен безпосередньо готується до виконання фази ударного руху та від дій у цій фазі вища залежність ефективності техніки виконання удару, ніж під час виконання бокових ударів руками або ударів руками знизу. Та оскільки тривалість фази підготовки до удару лише 0,13 с, то аналіз рухів у цій фазі важливий.

Висновки. Порівняльний аналіз організаційної структури (техніки виконання) ударних дій дозволяє констатувати, що вона за основними, базовими механізмами реалізації зберігається інваріантною як з поступальним, так і з обертальним розгоном робочої ланки. В ударному русі структурні елементи утворюють системне ціле, починаючи з підготовчих рухів (початковий розгін тіла спортсмена), основних (генерація та передача механічного імпульсу у системі ланок тіла спортсмена з нижніх ланок біокінетичного ланцюга на її вищележачі) та завершальних дій (фінальний розгін та удар). Встановлено, що прямий удар правою рукою з лівосторонньої стійки у виконанні спортсменів високої кваліфікації є ефективною руховою дією з точки зору біомеханічного аналізу його кінематичної структури. Про що свідчить показник максимальної швидкості ударної біоланки,

який досягає швидкості $9,37 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ у момент закінчення фази ударної дії; незначна тривалість фаз підготовки до удару – $0,13 \text{ с}$ та ударного руху – $0,17 \text{ с}$; ефективні пози тіла спортсменів у граничні моменти між фазами руху; використання під час удару всіх м'язів тіла та інерційних сил для збільшення сили та потужності удару; ефективний механізм передачі кількості руху до ударної біоланки.

Ключові слова: єдиноборства, рукопашний бій, спортивна підготовка, порівняльний аналіз, техника, кінематична структура, висококваліфіковані спортсмени.

The purpose is to evaluate the effectiveness of a direct blow with the right hand from the left stance, performed by highly qualified athletes who specialize in hand-to-hand combat.

Methods. Theoretical ones aim to determine the relevance of the issue of forming a motor actions technique in hand-to-hand combat; empirical ones presuppose registration of kinematic characteristics of a direct blow technique with the right hand from the left stance that was carried out using the marker system of registration and analysis of movements Qualisis, which allowed to record the data in three-dimensional space. Methods of mathematical statistics include the method of average values and the sampling method. We registered the technique of performing the studied motor action in 12 highly qualified athletes. **The results.** The straight right-hand blow from the left stance is one of the most widely used and effective punches in hand-to-hand combat. Unlike side blows and bottom blows, direct ones do not have a swing phase, so their total duration is shorter. Thus, all direct blows with hands (both left and right) consist of the following phases: preparation for the blow, impact movement, contact and return to the starting position. As mentioned above, there is no swing phase when performing direct blows with the hands. Therefore, the analysis of the movement actions of athletes in the phase of preparation for the impact is of significant importance, since during this phase of movement the athlete is directly preparing for the execution of the impact movement, and the effectiveness of the impact technique execution is more dependent on the actions in this phase than when performing side blows with the hands or blows with the hands from below. And since the duration of preparation phase for the impact is only 0.13 s , the analysis of movements in this phase is important.

Conclusions. A comparative analysis of the organizational structure (technique of execution of blowing actions) allows us to state that it remains invariant with both translational and rotational acceleration of the working link according to the main, basic implementation mechanisms. During the impact movement, the structural elements form a system unity, starting with preparatory movements (initial acceleration of the athlete's body), main ones (generation and transfer of mechanical impulse in the system of links of the athlete's body from the lower links of the biokinetic chain to its upper ones) and final actions (final acceleration and impact). It was established that a direct blow with the right hand from a left stance performed by highly qualified athletes is an effective motor action from the point of view of biomechanical analysis of its kinematic structure. This is evidenced by the indicator of the maximum speed of the impact biolink, which reaches a speed of $9.37 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ at the end of the impact phase; insignificant duration of the phases of preparation for impact – 0.13 s and impact movement – 0.17 s ; effective body postures of athletes at extreme moments between phases of movement; the use of all body muscles and inertial forces during the impact to increase the force and power of the impact; an effective mechanism for transferring the amount of movement to the shock biolink.

Key words: martial arts, hand-to-hand combat, sports training, comparative analysis, technique, kinematic structure, highly qualified athletes.

Вступ. На сучасному етапі розвитку теорії та методики спортивного тренування значна увага приділяється саме технічній підготовці спортсменів [7; 8]. Практично в усіх видах спорту вдосконалюються засоби та методи технічної підготовки спортсменів та все частіше використовується високотехнологічне обладнання [4; 5]. Сучасні технологічні засоби використовуються на різних етапах багаторічної підготовки спортсменів для навчання рухових дій та їх подальшого вдосконалення. На кожному етапі підго-

товки необхідно виконати низку специфічних вимог, які відповідають меті технічної підготовки на цьому етапі [6]. Для спортсменів, які ще не досягли вищого рівня спортивної майстерності, діє такий алгоритм: необхідно, по-перше, визначити критерії ефективності рухових дій; по-друге, мати наукове та методичне обґрунтування правильності техніки виконання спортсменом рухових дій, які вивчаються [12; 14]. Для виконання цих вимог необхідно мати еталонний зразок техніки таких рухових дій. Одним з найпошире-

ніших способів отримання еталонного зразка техніки рухових дій у будь-якому виді спорту є біомеханічний аналіз техніки виконання рухових дій спортсменами високої кваліфікації та подальша статистична обробка отриманих кількісних біомеханічних характеристик [11; 13]. Розробка таких еталонних зразків техніки рухових дій у різних видах спорту потребує дотримання деяких правил, бажано використовувати якомога точніші методи реєстрації рухових дій спортсменів та застосовувати адекватні методи математико-статистичної обробки отриманих даних [9].

Проте у разі вдосконалення або корекції техніки рухових дій у спортсменів високої кваліфікації необхідно використовувати кількісний та якісний біомеханічний аналіз, який дозволить визначити ефективність рухових дій, враховуючи особливості виду спорту [1; 2; 3].

У рукопашному бою подібний підхід оцінки техніки рухових дій також є ефективним [6]. Для оцінки нами вибрано прямий удар правою рукою з лівосторонньої стійки. Прямий удар правою рукою з лівосторонньої стійки є одним з найбільш широко використовуваних та ефективних ударів у рукопашному бою.

На основі вищевикладеного було сформовано мету нашого дослідження.

Мета дослідження – оцінити ефективність прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються в рукопашному бою.

Методи та матеріали. Для досягнення мети нашої роботи було використано такі методи досліджень, як: аналіз наукової та науково-методичної літератури, високошвидкісна відеозйомка, біомеханічний аналіз кінематичної структури рухових дій та методи математичної статистики. Оскільки проведення біомеханічного аналізу рухових дій висококваліфікованих спортсменів потребує високої точності, тому для реєстрації кінематичних характеристик виконуваних рухових дій було використано маркерну систему реєстрації та аналізу рухів Qualisis, що дозволило зафіксувати дані в тривимірному просторі та з частотою зйомки 100 кадрів за секунду. Похибка у визначенні просторових

показників становила 1 міліметр на 1 метр кубічний простору, похибка за часовими показниками становила 0,01 секунди. Що забезпечує високу точність реєстрації кінематичних характеристик рухових дій спортсменів для подальшого аналізу. Також програмне забезпечення Qualisis track manager (QTM) дозволяє в автоматизованому режимі розраховувати кінематичні характеристики рухових дій спортсменів.

Ми використовували такі методи математичної статистики: метод середніх величин та вибіркового методу [9].

Було зареєстровано техніку виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки у 12 спортсменів високої кваліфікації: майстрів спорту міжнародного класу та майстрів спорту України. Всі спортсмени, які брали участь у дослідженнях, є правшами, тобто змагаються у лівосторонній стійці. Дослідження було проведено в лабораторних умовах. Спортсмени виконували прямий удар правою рукою з лівосторонньої стійки по боксерській «лапі», прийом виконувався ізольовано без зв'язки з іншими прийомами рукопашного бою. Кожен спортсмен виконував прямий удар правою рукою з лівосторонньої стійки декілька разів.

Дослідження проведені з дотриманням вимог Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини як об'єкта дослідження».

Результати дослідження та їх обговорення. Нами проаналізовано кінематичну структуру техніки прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки у виконанні висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються в рукопашному бою.

Першим етапом аналізу техніки удару правою рукою з лівосторонньої стійки є аналіз його часових характеристик і фазової та ритмової структури. Прямі удари, на відміну від бокових та ударів знизу, не мають фази замаху, тому загальна тривалість їх є меншою. Таким чином, усі прямі удари руками (як лівою, так і правою) складаються з таких фаз: підготовки до удару, ударного руху, кон-

такту та повернення у вихідне положення. Тривалість різних фаз прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки представлено в таблиці 1.

Таблиця 1
Тривалість різних фаз прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки (n=12)

№	Назва фази	Тривалість фази, с		
		\bar{x}	S	V, %
1	Підготовка до удару	0,13	0,015	11,5
2	Ударний рух	0,17	0,018	10,6
3	Контакт	0,05	0,007	14,0
4	Повернення у вихідне положення	0,51	0,06	11,8
	Загальна тривалість удару	0,86	0,101	11,7

Загальна тривалість прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки становить 0,86 с. Всі фази удару можна умовно об'єднати в два періоди: активний, який складається з фаз підготовки до удару, ударного руху, контакту; та пасивний, що складається з фази повернення у вихідне положення. Тривалість активного періоду становить 0,35 с, тобто 40,7% від загальної тривалості удару. Відповідно, пасивний період становить 0,56 с, а саме 59,3% від загальної тривалості удару.

Слід зазначити, що в реальному поєдинку тривалість фази повернення у вихідне положення має величезну варіативність, бо на неї впливають дії суперника, технічні дії самого спортсмена, які він робить після удару, та багато інших факторів. Тому у подальшому аналізі кінематичної структури техніки прямого удару ми будемо розглядати лише активний період, тобто фази підготовки до удару, ударного руху та контакту.

Тривалість фази підготовки до удару становить 0,13 с, метою цієї фази є прийняття оптимального положення тіла для виконання ударної дії. Ця фаза повинна мати мінімальну інформативність для суперника. Безпосередньо фаза ударного руху є основною фазою будь-якого удару, її тривалість – 0,17 с. У фазі контакту завданням спортсмена є передача

кінетичної енергії тілу, що вдаряють, тривалість цієї фази становить 0,05 с. Чим менша тривалість усіх перерахованих фаз удару, тим більша його ефективність.

На наступному етапі ми проаналізували показники кутів у суглобах тіла спортсменів у моменти переходу між різними фазами прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки та амплітуду кутових переміщень у суглобах у цих фазах. Ці показники характеризують позу спортсмена в різні моменти руху, а саме в так звані граничні моменти, тобто в моменти переходу від однієї фази руху до іншої.

Як зазначалося вище, під час виконання прямих ударів руками відсутня фаза замаху. Тому аналіз рухових дій спортсменів у фазі підготовки до удару має суттєве значення, оскільки за цю фазу руху спортсмен безпосередньо готується до виконання фази ударного руху та від дій у цій фазі вища залежність ефективності техніки виконання удару, ніж під час виконання бокових ударів руками, або ударів руками знизу. Та оскільки тривалість фази підготовки до удару лише 0,13 с, то аналіз рухів у цій фазі важливий.

Кутові характеристики положення тіла спортсмена в моменти початку та закінчення фази підготовки до удару під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки, а також амплітуди рухів у суглобах за цю фазу представлені в таблиці 2.

У фазі підготовки до удару завданням спортсмена є приведення всіх біоланок тіла в найбільш ефективне положення для виконання удару. Оскільки в прямих ударах відсутня фаза замаху, то фаза підготовки до удару передуює безпосередньо фазі ударної дії. Також однією з особливостей прямих ударів є те, що для їх виконання необхідна мінімальна підготовка.

За фазу підготовки спортсмени незначно згинають ліву ногу, кут у лівому колінному суглобі зменшується на 3,8° (від 123,1° до 119,3°), а в лівому кульшовому – на 4,2° (від 134,4° до 130,2°). Права нога лишається практично нерухомою: кут у правому колінному суглобі в момент початку фази становить

137,1°, а в момент закінчення фаз – 136,5°, тобто зменшується лише на 0,6°; кут у правому кульшовому суглобі в момент початку фази становить 145,9°, а в момент закінчення фаз – 147,8°, збільшуючись на 1,9°.

Кутові показники руху верхніх кінцівок за фазу підготовки до удару мають такі зміни: кут у лівому плечовому суглобі збільшується на 6° (від 44,6° до 50,6°), в лівому ліктьовому суглобі зменшується на 6° (від 57,3° до 51,3°), в правому плечовому суглобі збільшується на 4,5° (від 30,4° до 34,9°), а в правому ліктьовому суглобі збільшується на 19,8° (від 51,8° до 71,6°). Тобто практично всі кутові переміщення біологів тіла спортсмена не значні та не перевищують 6°, окрім збільшення кута в правому ліктьовому суглобі, збільшується на 19,8°.

Таким чином, можна зробити висновок, що виконання прямого удару правою рукою практично не потребує зміни положення тіла спортсмена та може виконуватися з лівосторонньої стійки, що значно зменшує його інформативність для суперника та дозволяє часто виконувати в ході поєдинку. Якщо врахувати ще той факт, що під час виконання прямих ударів у спортсменів високої кваліфікації відсутня фаза замаху, то прямий удар правою рукою може бути взагалі таким, що суперник не встигне на нього відреагувати.

Наступним етапом аналізу значень показників кутів у суглобах є розгляд кутового переміщення тіла спортсмена за фазу удар-

ного руху під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки. Отримані дані представлені в таблиці 3.

Тривалість фази ударного руху під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки становить лише 0,17 с, проте за цей проміжок часу відбуваються значні кутові переміщення біологів тіла спортсмена.

На момент початку фази ударного руху значення кутів у колінних суглобах становлять 119,3° у лівому та 136,5° у правому, на момент закінчення фази значення становлять 134° та 158,1° відповідно. Тобто за фазу ударного руху кут у колінному суглобі правої ноги збільшується на 14,7°, а лівої – на 21,6°. Кутове положення в лівому кульшовому суглобі становить у момент початку фази ударного руху 130,2°, у момент закінчення – 124,5°, тобто за фазу кут зменшується на 5,7°. Кут у правому кульшовому суглобі в момент початку фази становить 147,8°, а в момент закінчення фази – 168,6°. Збільшення кута за фазу становить 20,8°. Таким чином, проаналізувавши кутові переміщення в колінних та кульшових суглобах, можна сказати, що для підвищення сили та потужності удару спортсмени виконують такі рухові дії: одночасне розгинання ніг та розворот тазу, при цьому ліва стопа практично не відривається від опори, а права в момент закінчення фази ударної дії стоїть на опорі лише передньою частиною. Це дозволяє: по-перше, збільшити

Таблиця 2

Кутові характеристики положення тіла спортсмена у фазі підготовки до удару під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки (n=12)

Назва суглоба	Кут у момент початку фази, °			Кут у момент закінчення фази, °			Амплітуда руху, °		
	\bar{x}	S	V, %	\bar{x}	S	V, %	\bar{x}	S	V, %
Колінний лівий	123,1	12,8	10,4	119,3	13,7	11,5	-3,8	0,39	10,3
Колінний правий	137,1	15,1	11,0	136,5	15,2	11,1	-0,6	0,07	11,7
Кульшовий лівий	134,4	14,9	11,1	130,2	13,4	10,3	-4,2	0,38	9,0
Кульшовий правий	145,9	16,5	11,3	147,8	14,3	9,7	1,9	0,21	11,1
Плечовий лівий	44,6	5,1	11,4	50,6	6,4	12,6	6	0,62	10,3
Плечовий правий	30,4	3,5	11,5	34,9	3,9	11,2	4,5	0,44	9,8
Ліктьовий лівий	57,3	6,4	11,2	51,3	5,8	11,3	-6	0,67	11,2
Ліктьовий правий	51,8	5,9	11,4	71,6	8,2	11,5	19,8	2,08	10,5

Кутові характеристики положення тіла спортсмена у фазі ударного руху під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки (n=12)

Назва суглоба	Кут у момент початку фази, °			Кут у момент закінчення фази, °			Амплітуда руху, °		
	\bar{x}	S	V, %	\bar{x}	S	V, %	\bar{x}	S	V, %
Колінний лівий	119,3	13,7	11,5	134	15,2	11,3	14,7	1,66	11,3
Колінний правий	136,5	15,2	11,1	158,1	19,9	12,6	21,6	1,99	9,2
Кульшовий лівий	130,2	13,4	10,3	124,5	12,9	10,4	-5,7	0,68	11,9
Кульшовий правий	147,8	14,3	9,7	168,6	17,4	10,3	20,8	2,58	12,4
Плечовий лівий	50,6	6,4	12,6	38,3	4,1	10,7	-12,3	1,41	11,5
Плечовий правий	34,9	3,9	11,2	99,5	10,1	10,2	64,6	7,15	11,1
Ліктювий лівий	51,3	5,8	11,3	37,9	4,2	11,1	-13,4	1,29	9,6
Ліктювий правий	71,6	8,2	11,5	165,8	18,1	10,9	94,2	12,3	13,1

силу удару за рахунок активного включення в роботу м'язів ніг; по-друге, ефективно використати масу біоланок нижніх кінцівок для збільшення кількості руху, що передається до ударної біоланки.

Одним з ефективних механізмів збільшення сили прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки є розворот тазу та тулуба. За фазу ударного руху амплітуда розвороту в напрямку удару лінії, що проходить через ліву та праву тазові точки, становить 86,4°, а лінії, що проходить через лівий та правий плечовий суглоби, – 126,2°. Тобто спортсмени ефективно використовують цей механізм для підвищення сили удару.

У момент початку фази ударного руху показник кута в правому плечовому суглобі становить 34,9°, а в момент закінчення фази – 99,5°, тобто амплітуда руху за фазу становить 64,6°. Кут у правому ліктювому суглобі становить 71,6° у момент початку фази ударного руху та 165,8° у момент закінчення фази, амплітуда за фазу становить 94,2°. Слід зазначити, що в момент контакту з тілом, що вдаряють, ударна рука в ліктювому суглобі розгинається не повністю.

Також розглянемо кутові переміщення за фазу ударного руху лівої (не ударної) руки. На початку фази кут у лівому плечовому суглобі становить 50,6°, а в лівому ліктювому суглобі – 51,3°. У момент закінчення фази ударного руху ці показники становлять 38,3° та 37,9° відповідно. Тобто за фазу кут у плечовому суглобі зменшується на 12,3°,

а в ліктювому – на 13,4° відповідно. Спортсмени згинають руку та присувають її ближче до корпусу, амплітуда цього руху не значна та виконується він досить швидко в напрямку протилежному удару, що дозволяє за рахунок використання інерційних сил підвищити силу удару.

Наступним етапом біомеханічного аналізу є аналіз траєкторії руху ударної біоланки (зап'ястку правої руки) у фазі ударного руху під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки. Дані представлені на рисунку 1.



Рис. 1. Траєкторія руху ударної біоланки під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки у фазі ударного руху (а – вид збоку, б – вид зверху)

На рисунку ми бачимо, що форма траєкторії руху ударної біоланки у виді збоку фактично являє собою пряму лінію, а у виді зверху також практично пряму, яка, проте, має незначний вигін у правий бік фактично по всій довжині. Довжина траєкторії становить 0,79 м.

Під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки одними з найважливіших параметрів рухової дії є швидкісні характеристики руху. Наступний етап аналізу – розгляд показників середньої швидкості різних точок тіла спортсменів за різні фази руху. Отримані кількісні дані представлені в таблиці 4.

Показники середніх швидкостей точок тіла спортсменів за фазу підготовки до удару перебувають у діапазоні від $0,1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ до $1,06 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Найнижчі значення швидкості правого та лівого гомілкових суглобів $0,19 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та $0,1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ відповідно. Швидкості правого та лівого колінних суглобів за фазу підготовки до удару становлять $0,53 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та $0,45 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Слід звернути увагу на те, що швидкості обох кульшових та плечових суглобів практично однакові. Так, середнє значення швидкості за фазу правого кульшового суглоба становить $0,65 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, лівого кульшового – $0,62 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, правого плечового – $0,65 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а лівого плечового – $0,65 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Отже у фазі підготовки до удару рух ніг та тулуба спортсменів відбувається таким чином. Не відриваючи обидві стопи від опори, спортсмени розвертають таз та тулуб у напрямку, протилежному від удару, ліва частина тіла рухається вперед-вправо, а права частина тіла

назад-вліво. При цьому однакові значення показників швидкостей кульшових та плечових суглобів свідчать про те, що таз та тулуб рухаються, як одна жорстка структура, тобто рухів у поперековому відділі хребта практично немає.

Показник середньої швидкості за фазу підготовки до удару ліктювого суглоба правої (ударної) руки становить $0,49 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, правого променево-зап'ястного суглоба – $0,56 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Середня швидкість лівого ліктювого суглоба становить $0,87 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а лівого променево-зап'ястного суглоба – $1,06 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. І права (ударна), і ліва рука рухаються відносно тулуба, обидві руки розгинаються в ліктях та відводяться від тулуба. Проте права рука рухається в напрямку, протилежному руху правого плечового суглоба, тому її середня швидкість за фазу менша, ніж швидкість тулуба. Ліва рука, навпаки, рухається в тому ж напрямку, що і лівий плечовий суглоб, тож її середня швидкість вища, ніж у тулуба.

Переміщення всіх досліджуваних точок тіла за фазу підготовки до удару перебуває в діапазоні від $0,01 \text{ м}$ до $0,14 \text{ м}$. Величина переміщень всіх біоланок тіла спортсменів є досить низькою, щоб рухові дії в цій фазі удару мали низьку інформативність для суперника.

Таблиця 4

Середні значення швидкості точок тіла спортсмена в різних фазах прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки (n=12)

№	Назва біоланки	Назва фази					
		Підготовка до удару		Ударний рух		Контакт з лапою	
		\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
1	Правий гомілковий суглоб	0,19	0,018	0,52	0,058	0,29	0,034
2	Лівий гомілковий суглоб	0,1	0,013	0,1	0,015	0,1	0,014
3	Правий колінний суглоб	0,53	0,06	0,53	0,059	0,38	0,045
4	Лівий колінний суглоб	0,45	0,049	1,05	0,15	0,43	0,05
5	Правий кульшовий суглоб	0,65	0,061	1,21	0,15	0,65	0,078
6	Лівий кульшовий суглоб	0,62	0,069	1	0,14	0,41	0,047
7	Правий плечовий суглоб	0,65	0,068	2,62	0,29	1,06	0,12
8	Лівий плечовий суглоб	0,65	0,07	1,56	0,17	0,77	0,09
9	Правий ліктювий суглоб	0,49	0,051	4,53	0,49	2,15	0,19
10	Лівий ліктювий суглоб	0,87	0,092	2,83	0,31	0,76	0,091
11	Правий променево-зап'ястний суглоб	0,56	0,06	4,60	0,51	3,27	0,35
12	Лівий променево-зап'ястний суглоб	1,06	0,13	2,54	0,26	0,56	0,062

За фазу ударного руху середня швидкість правого гомілкового суглоба становить $0,52 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, лівого гомілкового суглоба $0,1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Середні швидкості правого та лівого колінних суглобів становлять $0,53 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та $1,05 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ відповідно. Середня швидкість за фазу правого кульшового суглоба становить $1,21 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а лівого кульшового суглоба – $1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. У фазі ударного руху під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки спортсмени наносять удар за рахунок розвороту тазу та тулуба. Стопа лівої ноги практично є тією точкою, навколо якої відбувається цей рух. Спортсмен відриває задню частину правої стопи від опори та розвертає таз, права частина тазу рухається в напрямку удару, а ліва в зворотному, при цьому швидкість руху тазу в напрямку удару є більшою.

Аналогічна ситуація спостерігається також у разі аналізу розвороту тулуба, так, середня швидкість за фазу ударної дії правого плечового суглоба становить $2,62 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, ця точка розвертається в напрямку удару. Тим часом швидкість руху лівого плечового суглоба становить $1,56 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та рухається в напрямку, зворотному від напрямку удару. Проте швидкості плечових суглобів більші кульшових, це свідчить про те, що під час нанесення удару в роботу активно включаються м'язи, які розвертають тулуб. Такий механізм розвороту тазу та тулуба дозволяє значно підвищити силу удару та його ефективність. Відповідно, найвищу середню швидкість у фазі ударного руху мають ліктьовий та променево-зап'ястний суглоби правої (ударної) руки, їх значення становлять $4,53 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ліктьового суглоба та $4,6 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ променево-зап'ястного. Слід відзначити, що швидкість ударної біоланки лише на $0,07 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ більша, ніж швидкість ліктьового суглоба ударної руки. Що свідчить про мінімальний внесок у збільшення сили удару м'язів-розгиначів передпліччя, такий механізм є виправданим, оскільки м'язи ніг та тулуба набагато сильніші.

Швидкість ліктьового суглоба лівої руки за фазу становить $2,83 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а лівого променево-зап'ястного – $2,54 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Тобто ліва (не ударна) рука також рухається стосовно тулуба, що

дозволяє дещо підвищити силу удару за рахунок використання інерційних сил.

Переміщення біоланок тіла спортсменів за фазу ударного руху під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки становить від $0,02 \text{ м}$ до $0,78 \text{ м}$.

У фазі контакту середні показники всіх досліджуваних точок тіла знижуються порівняно з їх значеннями у фазі ударного руху. Так, середня швидкість правого променево-зап'ястного суглоба у фазі контакту становить $3,27 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, тобто показник порівняно з попередньою фазою знизився на $1,33 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Так само знижують і швидкості інших точок тіла. У фазі контакту значення середніх швидкостей досліджуваних точок тіла перебуває в діапазоні від $0,1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ до $3,27 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Зниження показників середніх швидкостей за фазу контакту говорить про ефективний механізм передачі кінетичної енергії та кількості руху тілу, яке вдаряють.

Переміщення біоланок тіла спортсменів за фазу контакту становить від $0,01 \text{ м}$ до $0,16 \text{ м}$.

Для подальшого аналізу швидкісних характеристик розглянемо динаміку швидкості ударної біоланки протягом усього удару. Отримані дані представлено на рисунку 2.

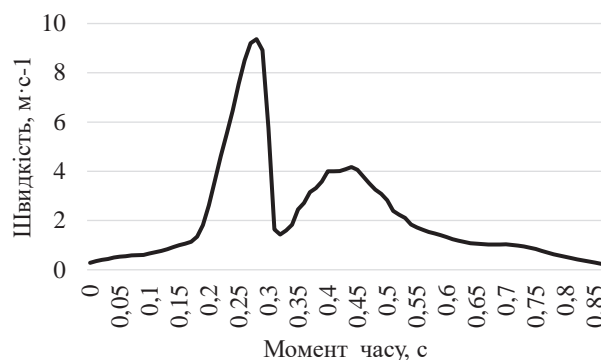


Рис. 2. Динаміка швидкості зап'ястка правої руки під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки

Як ми бачимо на рисунку 2, від початку удару до моменту часу $0,17 \text{ с}$ швидкість правого зап'ястка зростає від $0,28 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ до $1,34 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Слід зазначити, що фаза підготовки до удару триває $0,13 \text{ с}$ (тобто закінчується в момент

часу 0,13 с), у цей момент часу швидкість становить $0,84 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Таким чином, за перші 0,07 с фази ударної дії зростання швидкості ударної біоланки відбувається лише на $0,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Проте з моменту часу 0,2 с і до закінчення фази ударного руху швидкість правого зап'ястка зростає від $1,34 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ до $9,37 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, тобто на $8,03 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Така динаміка швидкості ударної біоланки у фазі ударного руху має таке пояснення. Від моменту початку фази ударного руху (0,13 с) і до моменту часу 0,2 с спортсмен починає рух ніг та тулуба, при цьому ударна рука стосовно тулуба практично не рухома, і лише з моменту часу 0,2 с починає активний рух. З моменту часу 0,29 с до 0,34 с триває фаза контакту. За перші 0,03 с цієї фази швидкість ударної біоланки знижується до $1,43 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а потім підвищується до $1,82 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Тобто за перші 0,03 секунди спортсмени практично встигають нанести ушкодження цілі, та ще 0,02 с проходить відрив рукавички від снаряду. Практично передача кінетичної енергії та певної кількості руху тілу, яке вдаряють, відбувається за 0,03 с. Різниця швидкості за фазу становить $7,94 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, що свідчить про дуже ефективне виконання удару.

Наступним етапом аналізу швидкісних характеристик є розгляд динаміки швидкості різних біоланок тіла за фазу ударного руху. Отримані дані представлені на рисунку 3.

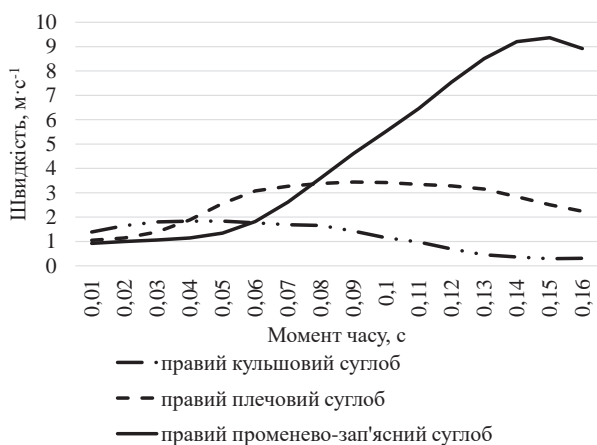


Рис. 3. Динаміка швидкості правого кульшового суглоба, правого плечового суглоба, правого зап'ястка у фазі ударного руху під час виконання прямого удару правою рукою з лівосторонньої стійки

На рисунку 3 ми бачимо, що від початку фази до моменту часу 0,03 с відбувається зростання швидкості правого кульшового суглоба від $1,05 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ до $1,81 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та потім починає знижуватися. Швидкість плечового суглоба стає більшою за швидкість кульшового, в момент часу 0,04 с становить $1,88 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та збільшується до моменту часу 0,08 с, досягає значення $3,61 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а потім також починає знижуватися. Саме в цей момент часу (0,08 с) швидкість променево-зап'ястного суглоба також досягає значення $3,61 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та продовжує збільшуватися практично до кінця фази ударного руху.

Такий механізм передачі кінетичної енергії між окремими біоланками тіла є найефективнішим під час виконання ударних дій в єдиноборствах.

Дискусія. У ході вивчення наукової літератури виявлено, що формування техніки рухових дій є невід'ємним і важливим компонентом системи спортивного тренування, оскільки володіння правильною технікою є одним з вирішальних факторів у реалізації рухового потенціалу спортсмена [6]. Для формування базової техніки рукопашного бою на різних етапах навчання рухових дій та їх подальшим удосконаленням необхідно виконати низку вимог: по-перше, визначити критерії ефективності рухових дій; по-друге, мати наукове та методичне обґрунтування правильності техніки виконання спортсменом рухових дій, які вивчаються [8; 10; 12]. Для виконання цих вимог необхідно мати еталонний зразок техніки таких рухових дій [7]. Одним з найпоширеніших способів отримання еталонного зразка техніки рухових дій у будь-якому виді спорту є біомеханічний аналіз техніки виконання рухових дій спортсменами високої кваліфікації та подальша статистична обробка отриманих кількісних біомеханічних характеристик [4; 5; 14]. Матеріали проведеного дослідження доповнюють та розширюють наявні результати щодо: особливостей базової техніки рухових дій спортсменів, які спеціалізуються в рукопашному бою [4; 5; 12]; ударні рухи характеризує потужність виконуваних дій, без чого

неможливий сильний удар рукою чи ногою. Порівняльний аналіз організаційної структури (техніки виконання) ударних дій дозволяє констатувати, що вона за основними, базовими механізмами реалізації зберігається інваріантною як з поступальним, так і з обертальним розгоном робочої ланки. При ударному русі структурні елементи утворюють системне ціле, починаючи з підготовчих рухів (початковий розгін тіла спортсмена), основних (генерація та передача механічного імпульсу у системі ланок тіла спортсмена з нижніх ланок біокінетичного ланцюга на її вищележачі) та завершальних дій (фінальний розгін та удар) [7].

Висновки. Отже, прямий удар правою рукою з лівосторонньої стійки у виконанні спортсменів високої кваліфікації є ефективною руховою дією з точки зору біомеханічного аналізу його кінематичної структури. Про це свідчить показник максимальної швидкості ударної біоланки, який досягає швидкості $9,37 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ у момент закінчення фази ударної дії; незначна тривалість фаз підготовки до удару – $0,13 \text{ с}$ та ударного руху – $0,17 \text{ с}$; ефективні пози тіла спортсменів у граничні моменти між фазами руху; використання під час удару всіх м'язів тіла та інерційних сил для збільшення сили та потужності удару; ефективний механізм передачі кількості руху до ударної біоланки.

Література

1. Вако І.І. Визначення помилок, що допускають юні спортсмени, які спеціалізуються в рукопашному бою, при освоєнні бокових ударів руками. *Rehabilitation & Recreation*. 2021. № 9. С. 23–28. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2021.9.3>.
2. Вако І.І., Радченко Ю.А. Структура успішності змагальної діяльності в змішаних єдиноборства (на прикладі рукопашного бою). *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2022. № 2. С. 111–122. DOI: 10.32540/2071-1476-2022-2-111.
3. Вако І. Характерні помилки, що допускають юні спортсмени, які спеціалізуються в рукопашному бою, при освоєнні ударів ногами. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2022. № 13 (32). С. 134–42. DOI: 10.31652/2071-5285-2022-13(32)-134-142.
4. Кашуба В., Литвиненко Ю., Вако І. Особливості техніки бокового удару рукою на ближній дистанції висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються в рукопашному бою. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. 2020. № 8. (128)2. С. 83–87. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc-series15.2020.8\(128\).19](https://doi.org/10.31392/NPU-nc-series15.2020.8(128).19).
5. Кашуба В., Литвиненко Ю., Вако І. Відмінні риси техніки бокового удару рукою на ближній дистанції спортсменів різної кваліфікації, які спеціалізуються в рукопашному бою. *Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2020. № 37. С. 131–37.
6. Радченко Ю.А., Вако І.І. Модельні характеристики техніко-тактичної підготовленості найсильніших спортсменів у змішаних єдиноборствах (на прикладі рукопашного бою). *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2022. № 14 (33). С. 74–83. [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-14\(33\)-74-83](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-14(33)-74-83).
7. Gamalii V., Potop V., Lytvynenko Y., Shevchuk O. Practical use of biomechanical principles of movement organization in the analysis of human motor action. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018. 18(2). 874–7.
8. Kashuba V., Khmel'nitska I., Krupenya S. Biomechanical analysis of skilled female gymnasts' technique in "round-off, flic-flac" type on the vault table. *Journal of Physical Education and Sport*, 2012. (4), 431–435.
9. Kashuba V., Stepanenko O., Byshevets N., Kharchuk O., Savliuk S., Bukhovets B., Grygus I., Napierała M., Skaliy T., Hagner-Derengowska M., Zukow W. (2020). Formation of Human Movement and Sports Skills in Processing Sports-pedagogical and Biomedical Data in Masters of Sports. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 2020. 8(5), 249–257. DOI: 10.13189/saj.2020.080513.
10. Kindzer B., Danylevych M., Ivanochko V., Hrybovska I., Kashuba Y., Grygus I., Napierała M., Smolenska O., Ostrowska M., Hagner-Derengowska M., Muszkietar R., Zukow W. Improvement of special training of karatists for kumite competitions using Kata. *Journal of Physical Education and Sport*, 2021. Vol. 21 (5), 2466–2472.
11. Vako I., Kashuba V., Litvinenko Y., Goncharova N., Samolenko T., Tarasyuk V., Nikitenko O., Kovalchuk L. Identification of distinctive biomechanical features of the

technique of side hand strike at close range of athletes of different qualifications specializing in hand-to-hand combat. 2021. *Journal of Physical Education and Sport*. 2835–2841. DOI: 10.7752/jpes.2021.s5377.

12. Vako I.I., Grygus I.M., Nikitenko O.V. The use of modern multimedia resources practice of sports and physical education. *Rehabilitation & Recreation*. 2023. 14. 258–268. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.14.31>.

13. Vako I., Kashuba V., Khmel'nitska I., Radchenko Y., Radchenko A., Carp I., Krupenya S. Utilizing technology to develop fundamental motor skills in young athletes specializing in hand-to-hand combat. *Journal of Physical Education and Sport*, 2024. Vol. 24 (issue 2), pp. 303–312. DOI: 10.7752/jpes.2024.02036.

14. Vako I.I., Radchenko Y.A., Shevchuk O.M. (2024). Comparative analysis of the kinematic structure of the technique of right- and left-hand hooks from the frontal guard of high qualified athletes specializing in hand-to-hand combat. *Rehabilitation & Recreation*. 18. 1. Pp. 210–217. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.22>.

References

1. Vako, I.I. (2021). Vyznachennya pomylok, shcho dopuskayut' yuni sportsmeny, yaki spetsializuyut'sya v rukopashnomu boyu, pry osvoyenni bokovykh udariv rukamy [Determination of mistakes made by young athletes who specialize in hand-to-hand combat when mastering side blows with the hands]. *Rehabilitation & Recreation*. 9. 23–28. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2021.9.3> [in Ukrainian].

2. Vako, I. (2022). Kharakterni pomylyky, shcho dopuskayut' yuni sportsmeny, yaki spetsializuyut'sya v rukopashnomu boyu, pry osvoyenni udariv nohamy [Typical mistakes made by young athletes who specialize in hand-to-hand combat when mastering kicks]. *Fizychna kul'tura, sport ta zdorov'ya natsiyi*. 13 (32). 134–42. DOI: 10.31652/2071-5285-2022-13(32)-134-142 [in Ukrainian].

3. Vako, I.I., Radchenko, Yu.A. (2022). The structure of the success of competitive activities in mixed martial arts (on the example of hand-to-hand combat) [The structure of the success of competitive activities in mixed martial arts (on the example of hand-to-hand combat)]. *Sportivnyi visnyk Prydniprovyia*. 2.

111–122. DOI: 10.32540/2071-1476-2022-2-111 [in Ukrainian].

4. Kashuba, V., Lytvynenko, Yu., Vako, I. (2020). Osoblyvosti tekhniky bokovoho udaru rukoyu na blyzhniy dystantsiyi vysokokvalifikovanykh sportsmeniv, yaki spetsializuyut'sya v rukopashnomu boyu [Peculiarities of the short-range side kick technique of highly qualified athletes who specialize in hand-to-hand combat]. *Naukovyy chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova*. 8. (128)2. 83–87. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2020.8\(128\).19](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2020.8(128).19) [in Ukrainian].

5. Kashuba, V., Lytvynenko, Yu., Vako, I. (2020). Vidminni rysy tekhniky bokovoho udaru rukoyu na blyzhniy dystantsiyi sportsmeniv riznoyi kvalifikatsiyi, yaki spetsializuyut'sya v rukopashnomu boyu [Distinctive features of the side kick technique at close range of athletes of various qualifications who specialize in hand-to-hand combat]. *Molodizhnyy naukovyy visnyk Skhidnoyevropeys'koho natsional'noho universytetu imeni Lesi Ukrayinky*. 37. 131–37 [in Ukrainian].

6. Radchenko, Yu.A., Vako, I.I. (2022). Model'ni kharakterystyky tekhniko-taktychnoyi pidhotovlenosti naysyl'niyshykh sportsmeniv u zmishenykh yedynoborstvakh (na prykladi rukopashnogo boyu) [Model characteristics of technical and tactical preparation of the strongest athletes in mixed martial arts (on the example of hand-to-hand combat)]. *Fizychna kul'tura, sport ta zdorov'ya natsiyi*. 14 (33). 74–83. [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-14\(33\)-74-83](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-14(33)-74-83). [in Ukrainian].

7. Gamalii, V., Potop, V., Lytvynenko, Y., Shevchuk, O. (2018). Practical use of biomechanical principles of movement organization in the analysis of human motor action. *Journal of Physical Education and Sport*. 18(2). 874–7.

8. Kashuba, V., Khmel'nitska, I., Krupenya, S. (2012). Biomechanical analysis of skilled female gymnasts' technique in "round-off, flic-flac" type on the vault table. *Journal of Physical Education and Sport*. (4), 431–435.

9. Kashuba, V., Stepanenko, O., Byshevets, N., Kharchuk, O., Savliuk, S., Bukhovets, B., Grygus, I., Napierała, M., Skaliy, T., Hagner-Derengowska, M., Zukow, W. (2020). Formation of Human Movement and Sports Skills in Processing Sports-pedagogical and Biomedical Data in Masters of Sports. *International Journal*

of Human Movement and Sports Sciences, 8(5), 249–257. DOI: 10.13189/saj.2020.080513.

10. Kindzer, B., Danylevych, M., Ivanochko, V., Hrybovska, I., Kashuba, Y., Grygus, I., Napierala, M., Smolenska, O., Ostrowska, M., Hagner-Derengowska, M., Muszkieta, R., Zukow, W. (2021). Improvement of special training of karatists for kumite competitions using Kata. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol. 21 (5), 2466–2472.

11. Vako, I., Kashuba, V., Litvinenko, Y., Goncharova, N., Samolenko, T., Tarasyuk, V., Nikitenko, O., Kovalchuk, L. (2021). Identification of distinctive biomechanical features of the technique of side hand strike at close range of athletes of different qualifications specializing in hand-to-hand combat. *Journal of Physical Education and Sport*. 2835–2841. DOI: 10.7752/jpes.2021.s5377.

12. Vako, I.I., Grygus, I.M., Nikitenko, O.V. (2023). The use of modern multimedia resources practice of sports and physical education. *Rehabilitation & Recreation*. 14. 258–268.

<https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.14.31>.

13. Vako, I., Kashuba, V., Khmel'nitska, I., Radchenko, Y., Radchenko, A., Carp, I., Krupenya, S. (2024). Utilizing technology to develop fundamental motor skills in young athletes specializing in hand-to-hand combat. *Journal of Physical Education and Sport*, Vol. 24 (issue 2), 303–312. DOI: 10.7752/jpes.2024.02036.

14. Vako, I.I., Radchenko, Y.A., Shevchuk, O.M. (2024). Comparative analysis of the kinematic structure of the technique of right- and left-hand hooks from the frontal guard of high qualified athletes specializing in hand-to-hand combat. *Rehabilitation & Recreation*. 18(1):210–217. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.22>.

Прийнято: 23.09.2024

Опубліковано: 31.10.2024

Accepted on: 23.09.2024

Published on: 31.10.2024