

ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ РЕАЛІЗАЦІЇ БІОМЕХАНІЧНОГО АНАЛІЗУ У СПОРТІ

¹Івченко Віталій, ¹Кашуба Віталій, ¹Литвиненко Юрій,
¹Ярмолинський Леонід, ²Никитюк Руслан

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України

²Вінницький державний педагогічний університет ім. Михайла Коцюбинського

Анотація

Актуальність теми дослідження. Помилки в технічній підготовці спортсменів, які спеціалізуються у практичній стрільбі, повільне зростання їхньої технічної майстерності негативно позначається на поповненні збірних команд молодими, перспективними у спортивному відношенні спортсменами. Причинами такої ситуації, насамперед, слід визнати недостатню розробленість теоретичної бази вдосконалення технічної підготовленості спортсменів на всіх етапах багаторічної підготовки. **Мета статті** – визначити біомеханічні відмінності техніки виконання різних способів переміщення кваліфікованих спортсменів під час стрільби. **Учасники дослідження.** У дослідженнях брали участь 10 кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у практичній стрільбі з пістолету. Кожен спортсмен реалізовував 5 спроб способами переміщення «лижний», «Х-подібний» і «низький» крок. Важливо зауважити, що жодних обмежень щодо обрання швидкості переміщення спортсмена, швидкості виконання серії пострілів під час спроб не було. Спортсмени були орієнтовані на те, аби кожен постріл був влучним у серії стрільби, з її виконанням за мінімальний проміжок часу, що власне багато в чому визначає спортивний результат у практичній стрільбі. **Методи дослідження.** Нами було проведено експериментальне дослідження в лабораторних умовах із застосуванням оптико-електронної системи 3D реєстрації й аналізу рухів людини «Qualisys». Результати, отримані в процесі дослідження, було оброблено з використанням методів математичної статистики. **Результати роботи.** Встановлено, що спортсмени виконуючи постріли з використанням різних способів переміщення, намагаються мінімізувати негативний вплив коливальних процесів на зброю, що надходить з нижньої частина тіла у результаті ходьби. Однак, найменший вплив,

PRACTICAL ASPECT OF IMPLEMENTING BIOMECHANICAL ANALYSIS IN SPORT

Ivchenko Vitalii, Kashuba Vitalii, Lytvynenko Yurii, Yarmolynskiy Leonid, Nikityuk Ruslan

Abstract.

Relevance of the research topic. Errors in the technical training of athletes who specialize in practical shooting, the slow growth of their technical skill negatively affects the replenishment of national teams with young, promising athletes. The reasons for this situation, first of all, should be recognized as insufficient development of the theoretical basis for improving the technical preparation of athletes at all stages of long-term training. **The purpose of the article** is to determine the biomechanical differences in the technique of performing various ways of movement of qualified athletes during shooting. **Research participants.** 10 qualified athletes who specialize in practical pistol shooting took part in the research. Each athlete made 5 attempts using the "ski", "X-shaped" and "low" steps. It is important to note that there were neither restrictions on the choice of the speed of movement of the athlete nor the speed of execution of a series of shots during the attempts. Athletes were oriented to ensure that each shot was accurate in a series of shooting, with its execution in a minimum period of time, which actually largely determines the sports result in practical shooting. **Research methods.** We conducted an experimental study in laboratory conditions using the optical-electronic 3D system of registration and analysis of human movements "Qualisys". The results obtained in the research process were processed using the methods of mathematical statistics. **Work results.** It has been established that athletes, when shooting and using different ways of moving, try to minimize the negative impact of oscillatory processes on the weapon, which comes from the lower part of the body as

як показують результати власних досліджень, вдається забезпечити спортсменам при виконанні «X-подібного» переміщення. Цей факт також підтверджено найменшими коливаннями мушки зброї у фронтальній і вертикальній площинах, порівнянню з іншими способами переміщення, що також було показано вище у вигляді кількісних показників і наочного супроводження до них. Перспективи подальших досліджень передбачають розробку технології формування техніки переміщення спортсменів у практичній стрільбі.

Ключові слова: *біомеханіка, спортивна техніка, практична стрільба, пістолет, реєстрації й аналіз рухів спортсмена, траєкторія переміщення.*

a result of walking. However, as shown by the results of our own research, athletes manage to provide the least impact when performing the "X-shaped" movement. This fact is also confirmed by the smallest oscillations of the front sight of the weapon in the frontal and vertical planes, compared to other methods of movement, which was also shown above in the form of quantitative indicators and visual accompaniment to them. Prospects for further research include the development of technology for the formation of the technique of athletes' movement in practical shooting.

Key words: *biomechanics, sports equipment, practical shooting, pistol, registration and analysis of athlete's movements, trajectory of movement.*

Постановка наукової проблеми. Слово «аналіз» має грецьке походження. Воно означає розкладання, поділ, розчленовування [9, 10]. Біомеханічний аналіз – це метод дослідження, за допомогою якого вивчаються певні механічні характеристики статичного становища чи руху людини, і навіть спортивних снарядів, устаткування, тренажерів чи спорядження [7, 11]. Біомеханічний аналіз передбачає логічне системно-структурне вивчення рухової дії на основі застосування базових знань механіки, біомеханіки, динамічної анатомії, фізіології та засобів контролю (наприклад – відеокomp'ютерної інформації) про спортивну техніку, що вивчається [1, 5].

У практичній стрільбі, де спортсмену доводиться одночасно вирішувати кілька рухових завдань, особливо важливі біомеханічні відмінності техніки виконання різних способів переміщення спортсменів під час стрільби [4, 6].

Зв'язок із науковими планами, темами. Роботу виконано згідно з Планом НДР Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. за темою 3.2 «Теоретико-методичні основи біомеханічних технологій у фізичному вихованні, спорті, реабілітації з урахуванням індивідуальних особливостей моторики людини» (номер держреєстрації 0121U107944).

Мета – визначити біомеханічні відмінності техніки виконання різних способів переміщення кваліфікованих спортсменів під час стрільби.

Матеріал і методи дослідження. *Учасники дослідження.* У дослідженнях брали участь 10 кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у практичній стрільбі з пістолету. Кожен спортсмен реалізовував 5 спроб способами переміщення «лижний», «X-подібний» і «низький» крок. Під час виконання кожної з таких спроб спортсмен виконував 5 пострілів у мішень з відповідною фіксацією результатів пострілів. Важливо зауважити, що жодних обмежень щодо обрання швидкості переміщення спортсмена, швидкості виконання серії пострілів під час спроб не було. Спортсмени були орієнтовані на те, аби кожен постріл був влучним у серії стрільби, з її виконанням за мінімальний проміжок часу, що власне багато в чому визначає спортивний результат

у практичній стрільбі. *Методи дослідження.* Нами було проведено експериментальне дослідження в лабораторних умовах із застосуванням оптико-електронної системи 3D реєстрації й аналізу рухів людини «Qualisys» [5]. Результати, отримані в процесі дослідження, було оброблено з використанням методів математичної статистики.

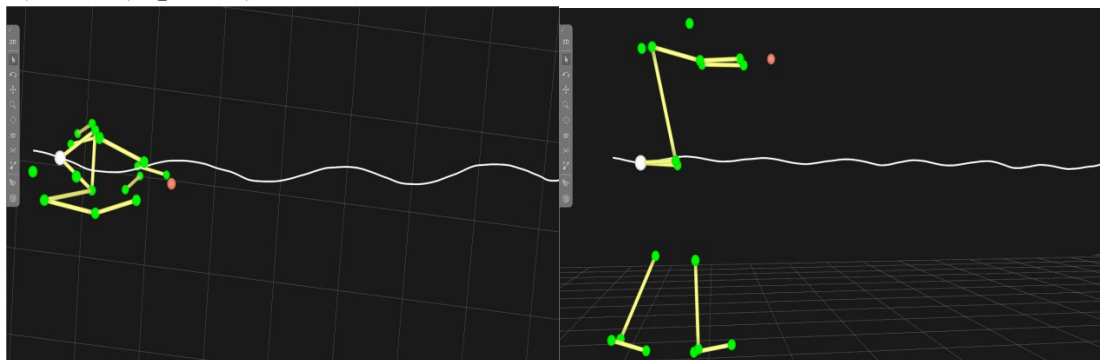
Результати дослідження. Під час лабораторних досліджень спортсмени були обмежені лише в межах правил змагань (вибір швидкості переміщення спортсмена, темпу ходьби або стрільби тощо не були лімітовані), однак, при виконанні кожного зі способів переміщення спортсмени реалізовували вправу таким чином аби досягти найкращого результату [9, 10].

Виходячи з цього отримані нами показники техніки того чи іншого способу переміщення спортсмена під час стрільби є найбільш оптимальними, а тому, на нашу думку, примусова зміна окремих параметрів техніки без відповідних додаткових компенсаторних дій, у межах визначеного способу переміщення, може призводити до погіршення результату в цілому [2, 3, 4]. Наприклад, штучне підвищення темпу ходьби у тому чи іншому способі переміщення без урахування й узгодження з темпом стрільби, часу стабілізації коливальних біологічних тіл та зброї після пострілу, часу, відведеного на прицілювання тощо, призводитиме до принципової неузгодженості рухових дій та, як наслідок, зменшення результативності. Таким чином, встановленні біомеханічних особливостей технічного виконання кожного зі способів переміщення є відносно сталими та такими, що визначають особливості взаємодії усіх біологічних тіл під час стрільби та характер їх впливу на переміщення та коливання зброї.

З урахуванням зазначеного вище, встановлених кінематичних відмінностей технічного виконання різних способів переміщення спортсмена під час стрільби, нами був проведений аналіз низки параметрів техніки, що, відповідно до особливостей різних способів переміщення, впливають на переміщення зброї.

Зокрема, у циклі ходьби досліджувались переміщення суглобів і інших антропометричних точок тіла у фронтальній і вертикальній площинах, однак найбільшого інтересу для аналізу набули показники переміщення п'ятого остистого відростку поперекового хребця (L_5), сьомого остистого відростку шийного хребця (C_7) та мушки зброї, результати яких представлено нижче.

Так, при виконанні способу «звичайний» крок переміщення досліджуваних точок у фронтальній і вертикальній площинах було найбільшим. Зокрема, значення переміщення L_5 у фронтальній площині склало 52,24 мм ($S=4,02$), у вертикальній 26,68 мм ($S=2,95$) (рис. 1).

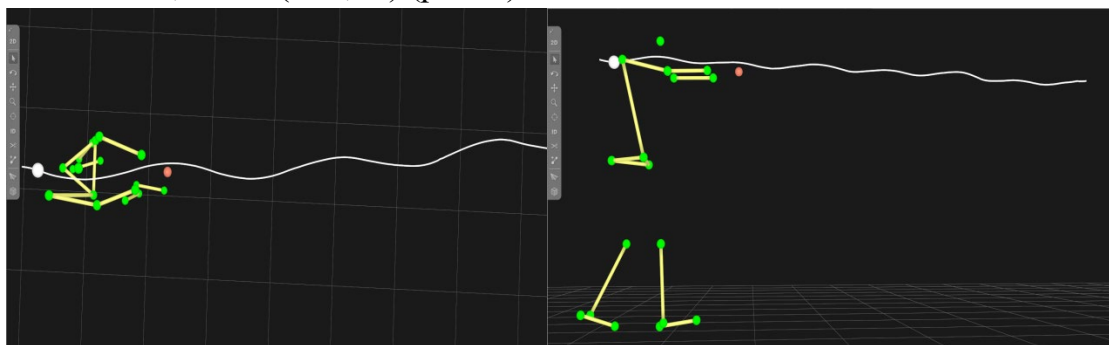


а)

б)

Рис. 1. Приклад траєкторії переміщення п'ятого остистого відростку поперекового хребця при виконанні способу «звичайний» крок спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

Значення переміщення C_7 у фронтальній площині було в межах 54,71 мм ($S=5,51$), у вертикальній – 29,68 мм ($S=3,14$) (рис. 2).



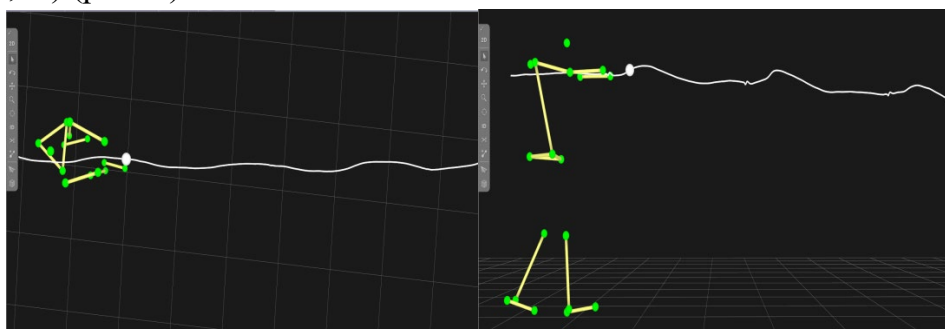
а)

б)

Рис. 2. Приклад траєкторії переміщення сьомого остистого відростку шийного хребця при виконанні способу «звичайний» крок спортсмена І-ко:

а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

Для переміщення мушки зброї при виконанні способу «звичайний» крок були отримані такі значення у фронтальній площині – 31,3 мм ($S=5,06$) і вертикальній – 75,77 мм ($S=6,57$) (рис. 3).



а)

б)

Рис. 3. Приклад траєкторії переміщення мушки зброї при виконанні способу «звичайний» крок спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

З отриманих даних видно, що коливальні процеси мають досить виразну тенденцію до їх збільшення від нижньої частини тіла угору. Зокрема, значно збільшують коливання мушки зброї у вертикальній площині.

При аналізі відповідних переміщень досліджуваних точок тіла при виконанні «лінійного» переміщення були отримані такі кількісні дані.

Значення переміщення L_5 у фронтальній площині склав 48,88 мм ($S=4,852$), у вертикальній 18,34 мм ($S=2,11$) (рис. 4).

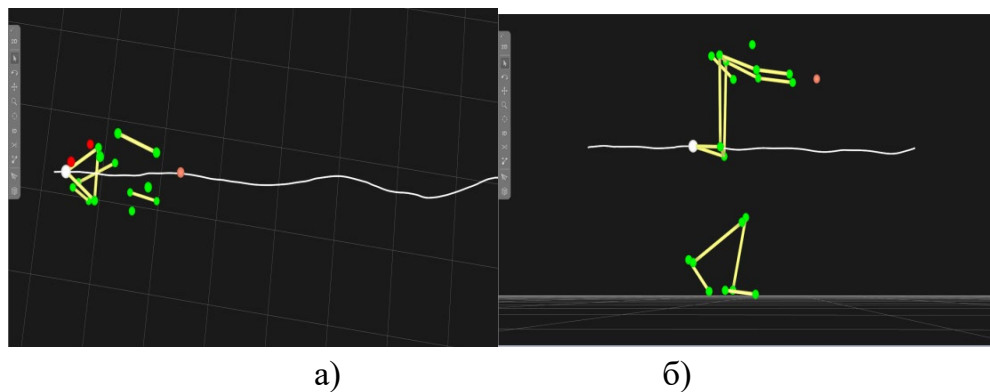


Рис. 4. Приклад траєкторії п'ятого остистого відростку поперекового хребця при виконанні «лінійного» переміщення спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

Показники переміщення C_7 у фронтальній площині сягали значень у 47,78 мм ($S=4,63$), а у вертикальній – 17,28 мм ($S=2,74$) (рис. 5).

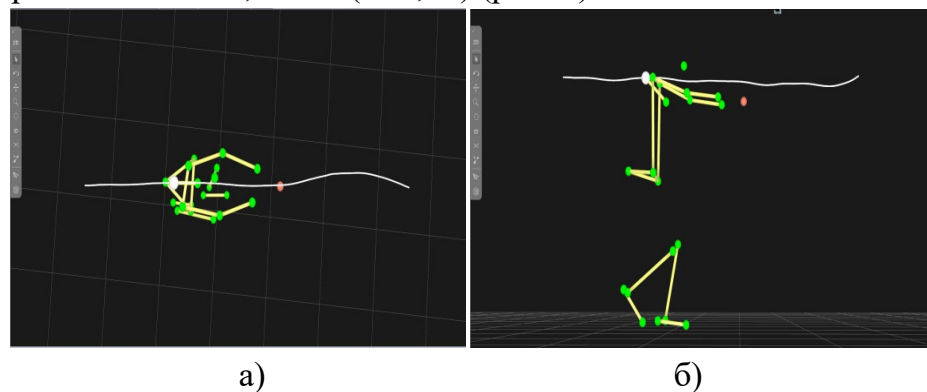


Рис. 5. Приклад траєкторії сьомого остистого відростку шийного хребця при виконанні «лінійного» переміщення спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

Для переміщення мушки зброї при виконанні «лінійного» переміщення характерні такі значення у фронтальній площині – 9,03 мм ($S=1,01$) та вертикальній – 10,08 мм ($S=1,57$) (рис. 6).

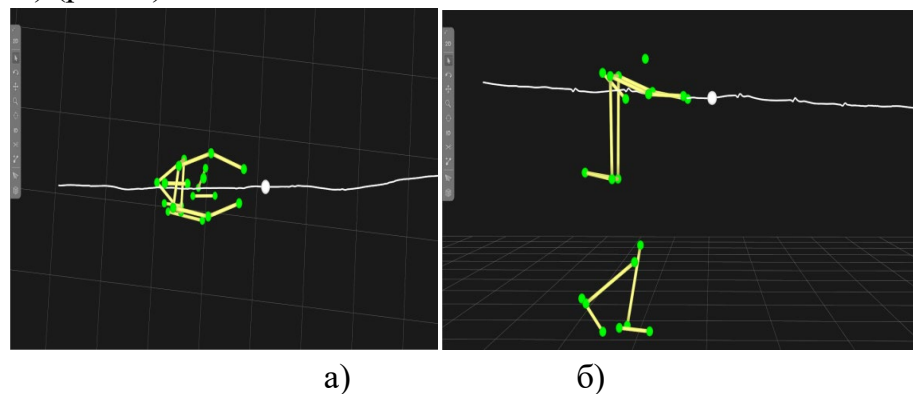


Рис. 6. Приклад траєкторії мушки зброї при виконанні «лінійного» переміщення спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

При застосуванні способу «лижний» крок переміщення досліджуваних точок були такі. Значення переміщення L_5 у фронтальній площині сягали 70,92 мм ($S=6,14$), у вертикальній – 15,12 мм ($S=2,47$) (рис. 7).

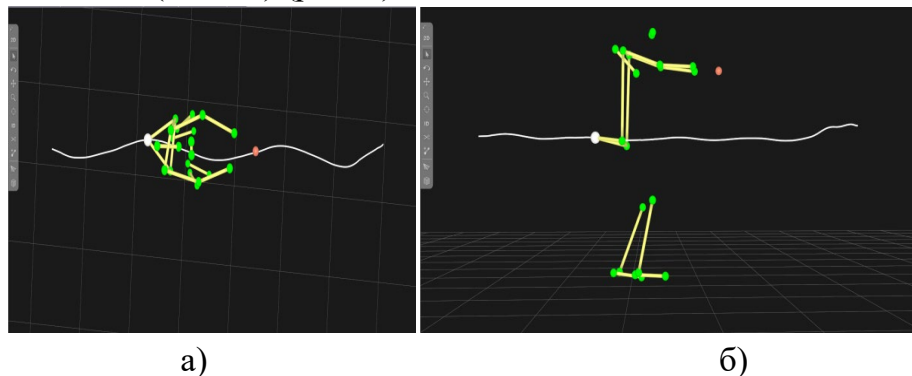


Рис. 7. Приклад траєкторії п'ятого остистого відростку поперекового хребця при виконанні способу «лижний» крок спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

Для переміщення C_7 були характерними такі значення: у фронтальній площині 46,02 мм ($S=4,31$), у вертикальній 12,49 мм ($S=1,18$) (рис. 8).

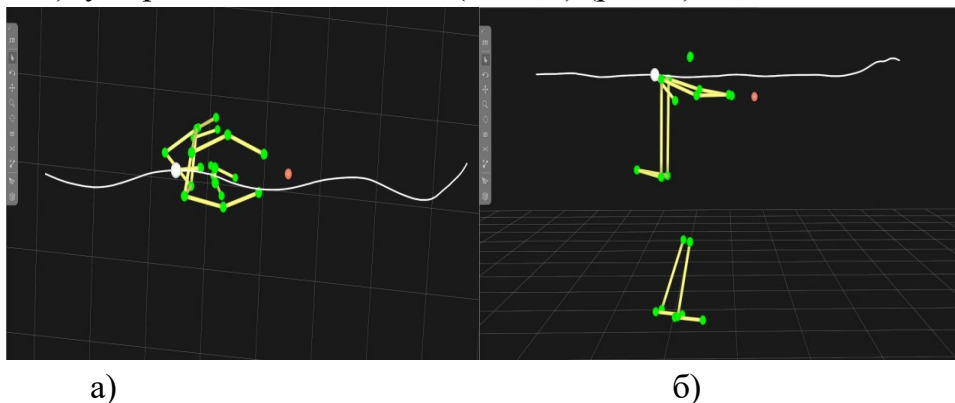


Рис. 8. Приклад траєкторії сьомого остистого відростку шийного хребця при виконанні способу «лижний» крок спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

Для переміщення мушки зброї були отримані такі значення: у фронтальній площині – 8,22 мм ($S=1,01$) та у вертикальній – 4,96 мм ($S=0,77$) (рис. 9).

При «низькому» переміщенні спортсменів під час стрільби коливання досліджуваних точок мали такі значення, L_5 у фронтальній площині мав переміщення в межах 60,41 мм ($S=5,99$), у вертикальній 34,48 мм ($S=2,98$) (рис. 10).

При виконанні «низького» переміщення значення переміщення C_7 у фронтальній площині було у межах 39,05 мм ($S=4,21$), у вертикальній 24,71 мм ($S=2,44$) (рис. 11).

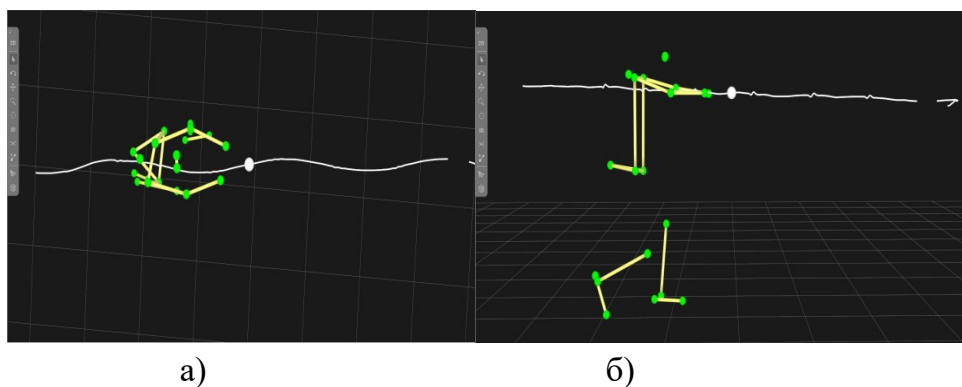


Рис. 9. Приклад траєкторії мушки зброї при виконанні способу «лижний» крок І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

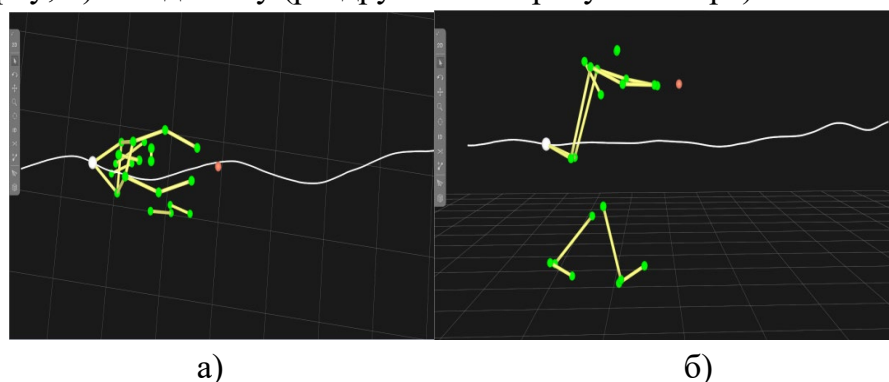


Рис. 10. Приклад траєкторії п'ятого остистого відростку поперекового хребця при виконанні «низького» переміщення спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

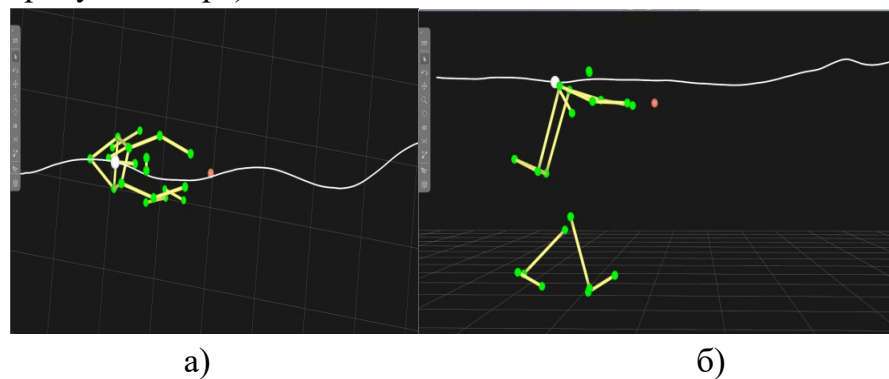


Рис.11. Приклад траєкторії сьомого остистого відростку шийного хребця при виконанні «низького» переміщення спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

Для переміщення мушки зброї значення у фронтальній площині склали 22,24 мм ($S=3,01$), а у вертикальній – 13,06 мм ($S=1,31$) (рис. 12).

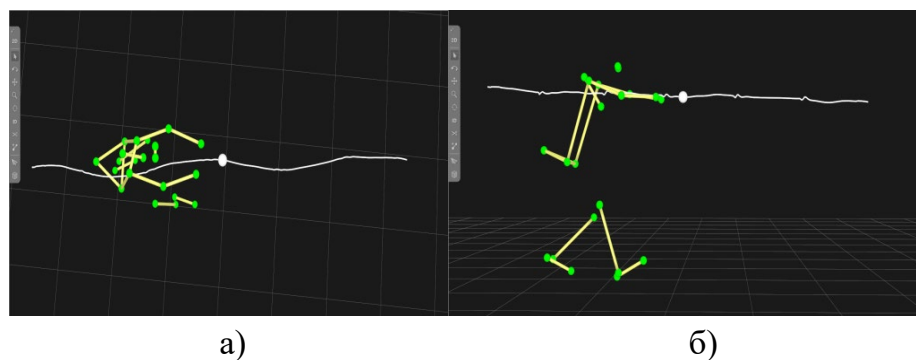


Рис. 12. Приклад траєкторії мушки зброї при виконанні «низького» переміщення спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

«Х-подібний» спосіб переміщення характеризується такими значеннями коливань досліджуваних точок тіла. Зокрема, значення переміщення L_5 у фронтальній площині склав 48,35 мм ($S=4,71$), у вертикальній лише 5,16 мм ($S=0,95$) (рис. 13).

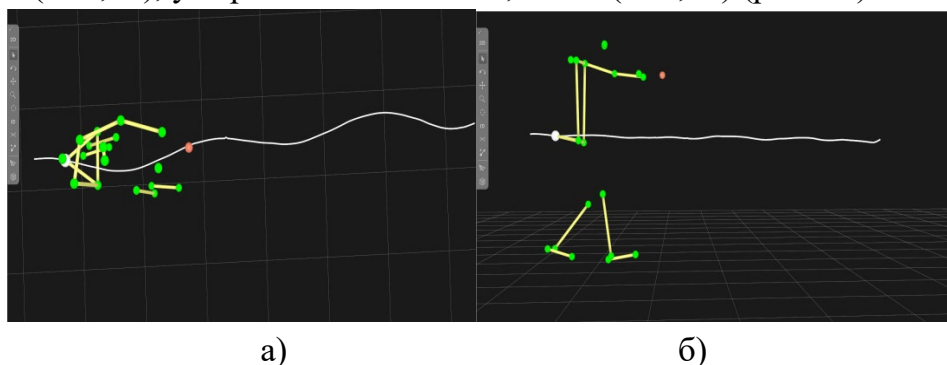


Рис. 13. Приклад траєкторії п'ятого остистого відростку поперекового хребця при виконанні «Х-подібного» переміщення спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

Значення переміщення C_7 у фронтальній площині був у межах 30,06 мм ($S=3,71$), у вертикальній не перевищував 3,25 мм ($S=0,27$) (рис. 14).

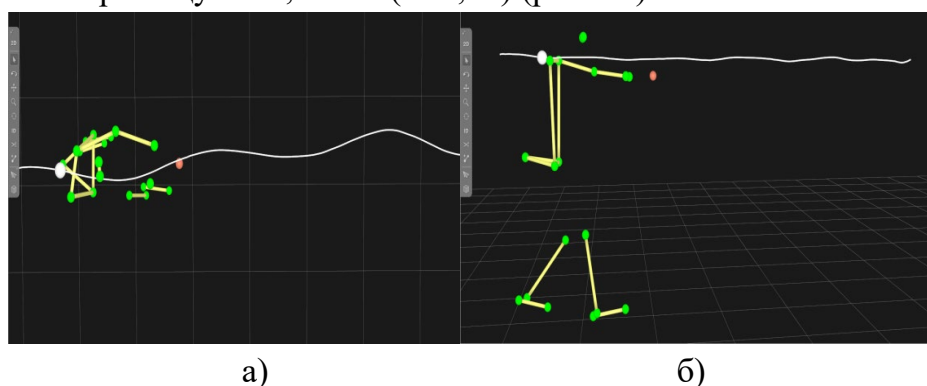


Рис. 14. Приклад траєкторії сьомого остистого відростку шийного хребця при виконанні «Х-подібного» переміщення спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

Переміщення мушки зброї при виконанні «Х-подібного» способу переміщення були найменшими серед усіх досліджуваних способів переміщення: у фронтальній площині – 14,24 мм ($S=1,33$); у вертикальній – 2,06 мм ($S=0,19$) (рис.15).

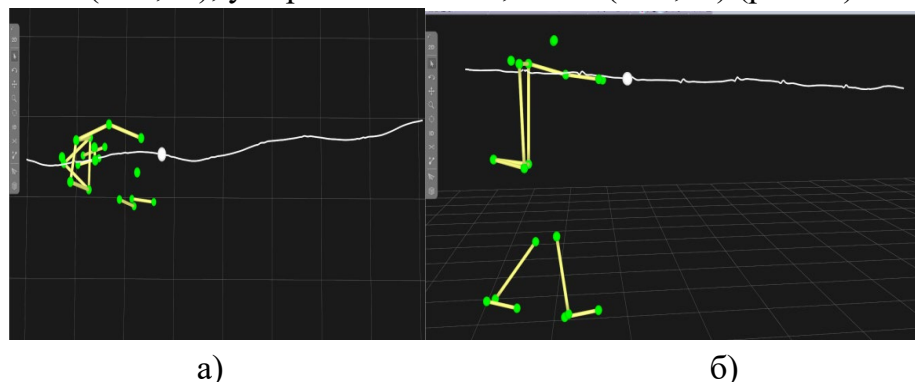


Рис. 15. Приклад траєкторії мушки зброї при виконанні «Х-подібного» переміщення спортсмена І-ко: а) – вид зверху; б) – вид збоку (роздруківка з екрану монітора)

Проведений кореляційний аналіз вказує на високий взаємозв'язок між переміщеннями точок тіла L_5 та C_7 у фронтальній і вертикальній площинах при виконанні усіх способів переміщення, що досліджувались нами. Зокрема, показники коефіцієнта кореляції були у межах $r=0,93 - 0,99$ ($p < 0,05$).

Кореляційний аналіз також дозволив констатувати, що взаємозв'язок між переміщенням L_5 та мушки зброї при виконанні усіх способів переміщення нижче середнього або відсутній, оскільки коефіцієнт кореляції знаходиться в межах $r=0,36 - 0,61$ ($p < 0,05$). При цьому найменші значення коефіцієнту кореляції отримані при аналізі технічного виконання «Х-подібного» переміщення – $r=0,36$ ($p < 0,05$), що свідчить про відсутність впливу коливальних процесів, що виникають на рівні поперекового відділу тулуба, на коливання зброї.

Аналогічне було отримано при аналізі взаємозв'язку між переміщеннями точки C_7 та мушки зброї. Коефіцієнт кореляції, однак був дещо вищим, відносно до попереднього прикладу. Загальна ж тенденція зберігається – $r=0,55 - 0,76$ ($p < 0,05$). Найменше значення коефіцієнту кореляції було також отримано при аналізі технічного виконання «Х-подібного» переміщення – $r=0,55$ ($p < 0,05$).

Нами було проведено аналіз особливостей переміщення мушки зброї під час стрільби, а саме специфіка поведінки зброї під час пострілу, одразу після пострілу, особливості її стабілізації та налаштування до проведення наступного пострілу, в тому числі, з урахуванням фазової структури ходьби та визначенням найбільш оптимальних періодів або моментів часу для виконання пострілу. Встановлено, що найменш ефективним способом переміщення є спосіб «звичайний» крок, а найбільш ефективним – «Х-подібне» переміщення.

Дискусія. Як відомо з практики загальної педагогіки, для того, щоб той чи інший процес навчання був ефективним, його логіка повинна суворо відповідати логіці предмета, що вивчається, тобто. логіка методів навчання рухам має відповідати логіці їх біомеханічної структури [9, 10, 11]. У тому випадку, коли кількісна характеристика руху, що освоюється, невідомі або відомі лише частково, метод навчання має бути

спрямований переважно на вивчення його біомеханічної моделі [5, 7, 8]. Моделювання спортивної техніки використовується у тренувальному процесі для вирішення двох основних завдань – дослідження рухів і навчання їм [5].

Характеризуючи технічну майстерність спортсмена, фахівці [6, 9, 10], здебільшого, наголошують на біомеханічних характеристиках і параметрах, що описують конкретну спортивну вправу та на тих величинах значень, які повинні мати ці показники. Особливе місце у спортивній практиці займають рухи, що переміщують [8].

Встановленні біомеханічні відмінності техніки виконання різних способів переміщення спортсменів під час стрільби, що викладені вище, у переважній більшості розкривають специфіку того чи іншого способу переміщення надаючи йому певну характеристику й опосередковано визначають можливий, гіпотетичний вплив на загальний результат.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отримані дані підтверджують, що спортсмени виконуючи постріли з використанням різних способів переміщення, намагаються мінімізувати негативний вплив коливальних процесів на зброю, що надходить з нижньої частина тіла у результаті ходьби. Однак найменший вплив, як показують результати власних досліджень, вдається забезпечити спортсменам при виконанні «Х-подібного» переміщення. Цей факт також підтверджено найменшими коливаннями мушки зброї у фронтальній і вертикальній площинах, порівнянно з іншими способами переміщення, що також було показано вище у вигляді кількісних показників і наочного супроводження до них. *Перспективи подальших досліджень* передбачають розробку технології формування техніки переміщення спортсменів у практичній стрільбі.

Список літературних джерел

1. Івченко В.Ю. Визначення оптимального способу переміщення стрілка під час стрільби у русі. Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні аспекти розвитку людини (Rehabilitation & recreation): НУВГП, 2021.8.20-5. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5510413>.
2. Івченко В., Литвиненко Ю., Кашуба В., Крикун Ю. Гоніометричні показники біопар опорно-рухового апарату у різні моменти часу при переміщенні спортсменів, які спеціалізуються у практичній стрільбі з пістолету, способами «звичайний» та «лінійний» крок. Фізична культура, спорт та здоров'я нації. 2022;13 (32):302-12. DOI: 10.31652/2071-5285-2022-13(32)-302-312.
3. Івченко В., Литвиненко Ю., Кашуба В. Кінематичний аналіз техніки рухових дій спортсменів (на прикладі практичної стрільби). Фізична культура, спорт та здоров'я нації. 2023. № 15 (34). С. 213-225.

References

1. Ivchenko V.Yu. (2021). Determination of the optimal way to move the arrow under the hour of fire. Rehabilitation & recreation: NUVGP. 8.20-5. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5510413>.
2. Ivchenko V., Litvinenko Y., Kashuba V., Krikun Y. (2022). Goniometric indicators of bioparas of the musculoskeletal apparatus at different times during the movement of athletes who specialize in practical pistol shooting, using "primary" and "primary" methods linear" croc. Physical culture, sports and the health of the nation. 13(32):302-12. DOI: 10.31652/2071-5285-2022-13(32)-302-312.
3. Ivchenko V., Litvinenko Y., Kashuba V. Kinematic analysis of the shooting technique of athletes (in the application of practical shooting). Physical culture, sports and the health of the nation. 2023. No. 15 (34). pp. 213-225. DOI: 10.31652/2071-5285-2023-15(34)-213-225.

DOI: 10.31652/2071-5285-2023-15(34)-213-225.

4. Кашуба В., Івченко В. З досвіду використання методу експертних оцінок щодо ідентифікації оптимального способу переміщення стрілка під час стрільби у русі Біомеханіка спорту, оздоровчої рухової активності, фізичної терапії та ерготерапії: актуальні проблеми, інноваційні проекти та тренди». Матеріали I Всеукраїнської електронної науково-практичної конференції з міжнародною участю. Київ: Національний університет фізичного виховання і спорту України [електронний ресурс]. 25 травня 2021. 42-5.

5. Литвиненко Ю.В. Регуляція пози спортсменів у складних умовах статодинамічної стійкості тіла: монографія. Луцьк: Вежа-Друк; 2018. 324 с.

6. Пятков В. Аналіз мікрорухів кисті спортсмена вищої кваліфікації у стрільбі з пістолета. Спортивна наука України, 2016. 6 (76), 41-47.

7. Din W.R.W., Rambely, A.S. & Jemain, A.A. (2011). Load carriage analysis for Malaysian military using functional data analysis technique. In Proceedings of 4th International Conference on Modelling, Simulation & Applied Optimization (ICMSAO), IEEE Xplore, pp 1-8.

8. Ivchenko V., Lytvynenko Y., Alosyna A., Byshevets N., Grygus I., Kashuba V., Shevchuk O., Byshevets H., Yarmolinsky L. (2023). Dependence of the Parameters of Precision-Target Movements on the Nature of the Movements of Athletes. International Journal of Human Movement and Sports Sciences, 11(5), 985-993. DOI: 10.13189/saj.2023.110506

9. Vako I. Didactic biomechanics: a modern trend of scientific research. Pedagogy and Psychology of Sport. 2020;6(1):152-161. eISSN 2450-6605. DOI

<http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.01.012>.
<https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/PPS/article/view/PPS.2020.06.01.012>
<https://zenodo.org/record/>.

10. Vako I. Biomechanical modelling as a method of studying athlete's motor actions. Pedagogy and Psychology of Sport. 2020;6(3):127-134. eISSN 2450-6605. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.03.010>
<https://apcz.umk.pl/czasopisma/>

4. Kashuba V., Ivchenko V. Thanks to the method of expert assessments to identify the optimal way to move the arrow during the hour of shooting in Russia Biomechanics of sports, healthy physical activity "rapies and ergotherapy: current problems, innovative projects and trends." Materials of the 1st All-Ukrainian electronic scientific and practical conference with international participation. Kiev: National University of Physical Education and Sports of Ukraine [electronic resource]. May 25, 2021. 42-5.

5. Litvinenko Yu.V. Regulation of the posture of athletes with strong minds and static-dynamic stability of the body: monograph. Lutsk: Vezha-Druk; 2018. 324 p.

6. Pyatkov V. Analysis of microfractures of the hand of athletes of high qualification in pistol shooting. Sports science of Ukraine, 2016. 6 (76), 41-47.

7. Din W.R.W., Rambely, A.S. & Jemain, A.A. (2011). Load carriage analysis for Malaysian military using functional data analysis technique. In Proceedings of 4th International Conference on Modelling, Simulation & Applied Optimization (ICMSAO), IEEE Xplore, pp 1-8.

8. Ivchenko V., Lytvynenko Y., Alosyna A., Byshevets N., Grygus I., Kashuba V., Shevchuk O., Byshevets H., Yarmolinsky L. (2023). Dependence of the Parameters of Precision-Target Movements on the Nature of the Movements of Athletes. International Journal of Human Movement and Sports Sciences, 11(5), 985-993. DOI: 10.13189/saj.2023.110506

9. Vako I. (2020). Didactic biomechanics: a modern trend of scientific research. Pedagogy and Psychology of Sport. 6(1):152-161. eISSN 2450-6605. DOI

<http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.01.012>.
<https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/PPS/article/view/PPS.2020.06.01.012>
<https://zenodo.org/record/>.

10. Vako I. (2020). Biomechanical modelling as a method of studying athlete's motor actions. Pedagogy and Psychology of Sport. 6(3):127-134. eISSN 2450-6605. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.03.010>
<https://apcz.umk.pl/czasopisma/>

index.php/PPS/article/view/PPS.2020.06.03.010
https://zenodo.org/record/4548038.

11. 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 ® (JPES), Vol. 24 (issue 2), Art 36, pp. 303-312, February 2024. online ISSN: 2247 - 806X; p-ISSN: 2247 – 8051; ISSN - L = 2247 - 8051 © JPES. DOI:10.7752/jpes.2024.02036

index.php/PPS/article/view/PPS.2020.06.03.010
https://zenodo.org/record/4548038.

11. 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 ® (JPES), Vol. 24 (issue 2), Art 36, pp. 303-312, February 2024. online ISSN: 2247 - 806X; p-ISSN: 2247 – 8051; ISSN - L = 2247 - 8051 © JPES. DOI:10.7752/jpes.2024.02036

DOI: 10.31652/2071-5285-2024-17(36)-209-220

Відомості про авторів:

Івченко В.Ю.; orcid.org/0009-0001-5060-4860;_ivvit0303@gmail.com;

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, вулиця Фізкультури, 1, 02000, Україна

Кашуба В.О.; orcid.org/0000-0001-6669-738X; Vitaliy_kashuba@ukr.net;

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, вулиця Фізкультури, 1, 02000, Україна

Литвиненко Ю.В.; orcid.org/0000-0002-3226-0435;

ylitvinenko.biomechanics@gmail.com; Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, вулиця Фізкультури, 1, 02000, Україна

Ярмоленський Л.М.; orcid.org/0000-0002-3325-0447;

leonidyarmolinsky2022@gmail.com; Національний університет фізичного виховання і спорту України, вул. Фізкультури, 1, м. Київ, 03150, Україна.

Никитюк Р.І.; orcid.org/0009-0001-5297-

964X;ruslan.nikitiuk23@gmail.com;Вінницький державний педагогічний університет ім.Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна