



Дослідження взаємозв'язку між змагальною діяльністю та рівнем прояву сенсомоторних реакцій висококваліфікованих таеквондистів

Байбіков М. А., Мулик К. В.

Харківська державна академія фізичної культури

Анотація

Мета. Визначити взаємозв'язок між змагальною діяльністю та рівнем прояву сенсомоторних реакцій висококваліфікованих таеквондистів.

Матеріал і методи. Методи дослідження: аналіз науково-методичної інформації та джерел мережі Інтернет; відеокomp'ютерний аналіз змагальної діяльності висококваліфікованих таеквондистів; метод психофізіологічних вимірювань; методи математичної статистики з використанням комп'ютерних програм Statistika 12.5 та Numbers. Для дослідження було відібрано 10 висококваліфікованих таеквондистів, які є членами Національної збірної команди України (вік: $20,7 \pm 3,77$; кваліфікація: МСУ-ЗМСУ), які брали участь у Чемпіонаті Європи 2024.

Результати. Показники змагальної діяльності виявилися варіабельними; медалісти виконували в середньому на 4,58 більше техніко-тактичних дій з більшою на 19,57 % ефективністю за тих, хто програв; медалісти переважають у набраних балах протягом бою тих, хто програли в середньому на 4,58 балів; медалісти виконували в середньому на 1,87 більше ефективних дій за коротші інтервали в середньому на 13,65 мс; статистично значимого зв'язку між загальним часом реакції на рухомий об'єкт і низкою показників змагальної діяльності не виявлено ($p > 0,05$); водночас встановлено сильний позитивний кореляційний зв'язок між середнім часом реакції на 1-му етапі тесту RMO та ефективністю 3-ї частини поєдинку ($r = 0,89$, $p < 0,05$); також виявлено помірний зворотний зв'язок між часом реакції вибору та кількістю ефективних дій ($r = -0,31$). Основне обмеження дослідження – мала вибірка.

Висновки. Показники сенсомоторних здібностей у поєднанні з техніко-тактичними характеристиками можуть бути корисними для прогнозування змагальних результатів і оптимізації підготовки спортсменів. Результати підтверджують доцільність використання запропонованих психофізіологічних тестів як додаткових критеріїв відбору та моніторингу.

Ключові слова: таеквон-до, сенсомоторні реакції, реакція на рухомий об'єкт, реакція вибору, змагальна діяльність, тестування.

Abstract

Research on the relationship between competitive activity and the level of sensorimotor reactions in highly skilled taekwondo practitioners

M. Baibikov, K. Mulyk

Purpose. To determine the relationship between competitive activity and the level of sensorimotor reactions in highly skilled taekwondo practitioners.

Material and methods. Research methods: analysis of scientific and methodological information and Internet sources; video-computer analysis of the competitive activity of highly skilled taekwondo practitioners; psychophysiological measurement method; methods of mathematical statistics using the computer programs Statistika 12,5 and Numbers. Ten highly skilled taekwondo athletes who are members of the Ukrainian national team (age: 20.7 ± 3.77 ; qualification: Master of sports of Ukraine-honored master of sports of Ukraine) and who participated in the 2024 European Championships were selected for the study.

Results. Competitive activity indicators were found to be variable; medalists performed on average 4.58 more technical and tactical actions with 19.57 % greater efficiency than those who lost; medalists prevailed in points scored during the fight over those who lost by an average of 4.58 points; medalists performed an average of 1.87 more effective actions in shorter intervals by an average of 13.65 ms; no statistically significant relationship was found between the total reaction time to a moving object and a number of competitive performance indicators ($p > 0,05$); at the same time, a strong positive correlation was found between the average reaction time in the first stage of the RMO test and the effectiveness of the third part of the match ($r = 0,89$, $p < 0,05$); a moderate inverse correlation was also found between the reaction time of choice and the number of effective actions ($r = -0,31$). The main limitation of the study is the small sample size.

Conclusions. Sensory-motor ability indicators, combined with technical and tactical characteristics, can be useful for predicting competition results and optimizing athlete training. The results confirm the feasibility of using the proposed psychophysiological tests as additional selection and monitoring criteria.

Keywords: taekwondo, sensorimotor reactions, reaction to a moving object, choice reaction, competitive activity, testing.





Вступ

Спочатку таеквон-до викладали для військової підготовки, самозахисту та фізичної підготовки (Kazemi et al., 2006). З часом цей вид одноборств поширився по всьому світу. Сьогодні таеквон-до є одним з найбільш систематизованих і науково обґрунтованих корейських традиційних бойових мистецтв (Tayech et al., 2020). Розвиток таеквон-до на сучасному етапі характеризується змінами, що відбуваються в змагальній системі, впровадженням інновацій та нових технологічних систем, які допомагають досягти більш об'єктивних результатів (Пашков & Пашкова, 2020; Романенко, Голоха & Веретельникова, 2018; Siutila & Karhulahti, 2023). Так само, як розвиваються системи підрахунку очок, змінюється і спосіб, у який спортсмени адаптуються до технічних і тактичних підходів, щоб претендувати на перемогу (Lystad et al., 2009).

Отримання інформації у спосіб, що забезпечує емпіричні докази, має вирішальне значення для досліджень у галузі спортивної науки (Романенко & Цигановська, 2024; Broeker, et al., 2022; Gutiérrez-Santiago et al., 2020). Велику роль у цьому відіграють досягнення в галузі програмування та інформатики. Ці технологічні досягнення дають можливість пояснювати, прогнозувати або навіть втручатися у фактори, що визначають успіх застосування технічних і тактичних дій у змагальних видах спорту, зокрема у таеквон-до (Романенко та ін., 2020; Романенко та ін., 2021; Gabin et al., 2012). Так, деякі автори використовували у своїх дослідженнях різні пристрої та процедури з метою вивчення конкретних біомеханічних параметрів, які можуть бути надійними предикторами змагального рівня таеквондистів (Aggeloussis et al., 2007; Moreira et al., 2012; Tang et al., 2007). Проте більшість цих робіт стосується окремих характеристик змагальної діяльності спортсменів, тоді як психофізіологічні особливості спортсменів у одноборствах можуть впливати на їхню успішність у змагальній діяльності (Korobeunikov et al., 2019; Schinke et al., 2012). Своєю чергою, аналіз сенсомоторних реакцій може характеризувати функціональний стан організму спортсмена. У зв'язку з цим, ретельне дослідження змагальної діяльності та сенсомоторних реакцій таеквондистів є вкрай необхідним для виявлення оптимальних методів підготовки спортсменів.

Важливо знати технічні дії, які спортсмени використовують під час поєдинків у таеквон-до, тому багато дослідників розширили свої дослідження (Bridge et al., 2011; Boychenko, 2018; Casolino et al., 2012). Аналізуючи внутрішню логіку поєдинку в таеквон-до, багато технічних аспектів, таких як тактика, пов'язані між собою, і в основному через це дослідники вивчають обидва аспекти разом (Ahmedov & Abdulakhatov, 2023). З погляду особливостей поєдинку з таеквон-до, важливим є вивчення зв'язків між психомоторними здібностями та руховою реалізацією.

Моніторинг функціонального стану центральної нервової системи людини є необхідним для забезпечення ефективної тренувальної та змагальної діяльності (Fedorchuk et al., 2022; Korobeunikov et al., 2023; Romanenko et al., 2024). Здатність передавати і робити висновки про наміри на основі невербальної інформації має особливе значення для

отримання переваги у видах спорту з високими просторово-часовими обмеженнями. Швидкість зміни ситуації під час поєдинку вимагає від таеквондистів здатність передбачати результати конкретних дій. Дослідження свідчать, що висококваліфіковані спортсмени швидші та точніші у прогнозуванні рухів на основі ранніх кінематичних сигналів, ніж менш кваліфіковані спортсмени (Musculus & Raab, 2022; Panten et al., 2019).

Одним із методів визначення функціонального стану центральної нервової системи спортсмена є оцінка реакції на об'єкт, що рухається (Turlisova et al., 2021). Під реакцією людини на об'єкт, що рухається (RMO, від англ. *Reaction to a Moving Object*) розуміють здатність визначати просторово-часові параметри руху зорового стимулу, швидко і точно виконувати необхідні дії у відповідь (Podrigalo et al., 2022). Аналіз структури змагальної діяльності в одноборствах вказує на важливий аспект розумової діяльності, спрямованої на сприйняття інформації та оперативне прийняття рішень під час поєдинку (Finlay et al., 2022). Виходячи з цього, науковий інтерес представляє визначення та аналіз зв'язків між технічними аспектами змагальних поєдинків та рівнем прояву сенсомоторних реакцій.

Зв'язок роботи з важливими науковими програмами, планами і темами. Дослідження проводилося відповідно до теми науково-дослідної роботи Харківської державної академії фізичної культури «Оптимізація тренувального процесу в єдиноборствах» (номер державної реєстрації 0121U112873) на 2021-2025 рр.

Мета дослідження – визначити взаємозв'язок між змагальною діяльністю та рівнем прояву сенсомоторних реакцій висококваліфікованих таеквондистів

Матеріал і методи

Для досягнення мети дослідження використовувалися такі методи: аналіз науково-методичної інформації та джерел мережі Інтернет; відеокomp'ютерний аналіз змагальної діяльності висококваліфікованих таеквондистів; метод психофізіологічних вимірювань; методи математичної статистики.

Для дослідження було відібрано 10 висококваліфікованих таеквондистів, які є членами Національної збірної команди України (вік: 20,7±3,77; кваліфікація: МСУ-ЗМСУ), які брали участь у Чемпіонаті Європи 2024 (Копер, Словенія).

Всі етапи дослідження виконано відповідно до етичних стандартів «Гельсінської декларації» Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964–2008 рр.), а також відповідно до наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р.

За допомогою спеціальної програми для планшетних комп'ютерів під управлінням iOS «Martial Arts Video Analysis», розробленої на кафедрах єдиноборств, інформатики та біомеханіки ХДАФК, було проаналізовано 26 раундів (13 змагальних поєдинків) 10 висококваліфікованих таеквондистів у різних вагових категоріях: -64 кг – 2 поєдинки; -71 кг – 4 поєдинки; -78 кг – 4 поєдинки; -92 кг – 3 поєдинки. Оцінювались такі показники: загальна



кількість техніко-тактичних дій; кількість балів; загальна ефективність поєдинків та їх окремих частин; інтервали між діями, які виконували спортсмени; різноманітність ефективних дій.

З урахуванням особливостей спортивної діяльності таеквондистів для оцінки сенсомоторних реакцій учасників дослідження було використано комп'ютерні програми «Reaction RMO Pro» (Romanenko et al., 2024) для оцінки реакції на об'єкт, що рухається та «Visuomotor Choice Reaction» (Romanenko et al., 2022) для оцінки реакції вибору. Мобільні додатки призначені для використання на пристроях Apple з операційною системою iPad OS.

Статистичний аналіз отриманих даних проводили за допомогою програм Statistika 12.5 та Numbers. Для вибору методу статистичного аналізу результати тестування перевіряли на відповідність нормальному закону розподілу за допомогою критерію Шапіро-Уїлк. Достовірність відмінностей оцінювалась за допомогою непараметричного показника – критерію Манна-Уїтні (U), відмінності вважалися значущими при $p < 0,05$. Для визначення зв'язку між результатами тестування сенсомоторних якостей та змагальної діяльності таеквондистів використовували коефіцієнт кореляції Спірмена (r).

Результати дослідження та їх обговорення

Аналіз наукових даних дозволяє стверджувати, що сучасне таеквон-до характеризується розвитком спортивних

досягнень та жорсткою конкуренцією на національних та міжнародних змаганнях, що висуває більш високі вимоги до змагальних здібностей висококваліфікованих таеквондистів. Вивчення взаємозв'язків між різними аспектами змагальної діяльності таеквондистів та їх сенсомоторними навичками може ефективно підвищити рівень конкурентоспроможності спортсменів.

Результати тестування показників сенсомоторних реакцій та змагальної діяльності висококваліфікованих таеквондистів наведено в таблицях 1, 2.

В цілому, варіація даних вказує на різноманітність показників. Аналіз результатів тестування вказав на більш великі значення стандартного відхилення показників змагальної діяльності (від 25,21 % до 65,31 %) в порівнянні зі значеннями сенсомоторних реакцій (від 8,93 % до 35,56 %). Найбільше значення стандартного відхилення виявлено у змінній ефективності 2 частини поєдинку (101,39 %), що свідчить про велику різноманітність техніко-тактичних дій, які виконували спортсмени у цій частині поєдинків.

Для організації спостережуваних даних у наочній структури був проведений кластерний аналіз. Для кластерного аналізу були використані дані тестування сенсомоторних реакцій та аналізу змагальної діяльності висококваліфікованих таеквондистів. Для оцінки відстаней між кластерами було використано метод Варда (Ward's method) (рис. 1).

Виходячи з візуального представлення результа-

Таблиця 1. Результати змагальної діяльності висококваліфікованих таеквондистів

Змінні	Хср	SD	Me	Q1	Q3
Результат змагань	1,2	1,39	0,5	0	3
Загальна кількість техніко-тактичних дій (n)	12,69	3,2	12,25	10,5	15,5
Кількість балів (n)	3,64	2,64	4,13	1	6
Ефективність поєдинків (%)	21,92	14,35	24,76	7,7	33,7
Ефективність 1 частини поєдинку (%)	17,28	15,34	16,65	0	28,33
Ефективність 2 частини поєдинку (%)	18,05	18,3	20,69	0	24,07
Ефективність 3 частини поєдинку (%)	33,72	25,33	31,56	16,65	56,25
Інтервали між діями (с)	16,6	4,53	16,55	13	20
Різнорманітність ефективних дій (n)	1,96	1,28	2,3	1	2,83

Примітка: SD - середнє відхилення; Me - Медіана; Q1 - нижній кватіль; Q3 - верхній кватіль

Таблиця 2. Результати тестування сенсомоторних реакцій висококваліфікованих таеквондистів

Змінні	Хср	SD	Me	Q1	Q3
ROP, мс	26,36	3,28	27,63	25,33	28,1
ROP, етап 1, мс	25,7	7,48	24,78	18,99	32,76
ROP, етап 2, мс	31,18	7,99	31,21	26,6	32,6
ROP, етап 3, мс	22,32	7,03	24,29	17,6	26,7
ROP, передчасні реакції (%)	48,12	8,02	45,85	43,3	53,3
ROP, точні реакції (%)	9,76	3,47	10	8,3	11,7
ROP, запізнні реакції (%)	42,12	7,43	43,3	38,3	43,3
PВ, Хср, мс	771,18	68,87	787,25	740,5	822
PВ, етап 1, мс	670,1	57,57	681,5	628	716
PВ, етап 2, мс	673,2	67,91	678	616	734
PВ, етап 3, мс	843,9	92,15	867	785	904
PВ, етап 4, мс	897,5	125,12	922,5	782	978

Примітка: ROP – реакція на об'єкт, що рухається; PВ – реакція вибору; SD - середнє відхилення; Me - Медіана; Q1 - нижній кватіль; Q3 - верхній кватіль

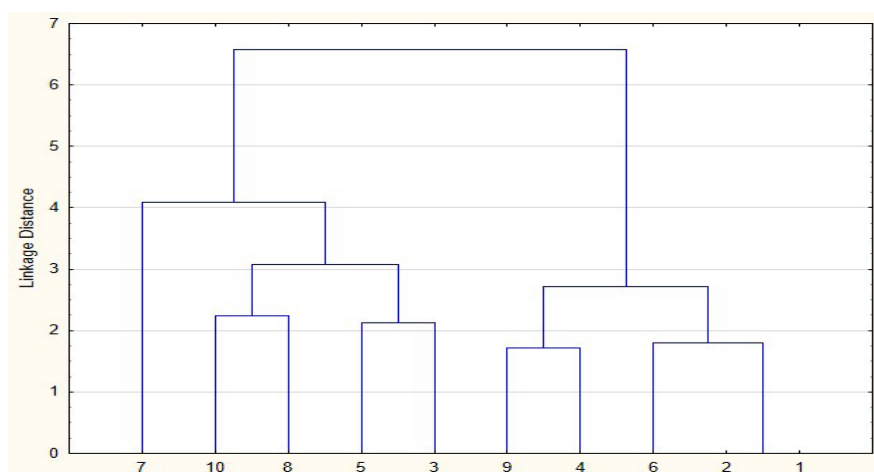


Рис. 1. Результати кластерного аналізу

тів кластерного аналізу, можна зробити припущення, що спортсмени утворюють два природні кластери. Для визначення значущості відмінності між отриманими кластерами було здійснено дисперсійний аналіз. Встановлено, що більшість показників змагальної діяльності мають статистично значущі відмінності між кластерами ($p < 0,05$), окрім показників інтервалу між діями та ефективність 3 частини поєдинку (табл. 3).

Таблиця 3. Результати дисперсійного аналізу між кластерами за змінними змагальної діяльності

Змінні	p-value
Результат змагань	0,000446
Загальна кількість техніко-тактичних дій (n)	0,002232
Кількість балів (n)	0,000078
Ефективність поєдинків (%)	0,000262
Ефективність 1 частини поєдинку (%)	0,010390
Ефективність 2 частини поєдинку (%)	0,003644
Ефективність 3 частини поєдинку (%)	0,068174
Інтервали між діями (с)	0,347792
Різноманітність ефективних дій (n)	0,000271

Встановлено статистично значущі відмінності ($p < 0,05$) між кластерами у показниках 1 етапу тесту реакції на об'єкт, що рухається та врівноваженості нервових процесів, зокрема у точних реакціях (табл. 4). Однак решта показників не дають значущої інформації щодо розбіжностей між спортсменами.

Таблиця 4. Результати дисперсійного аналізу між кластерами за змінними сенсомоторних реакцій

Змінні	p-value
ROP, етап 1, мс	0,00327
ROP, етап 2, мс	0,72141
ROP, етап 3, мс	0,95012
ROP, передчасні реакції (%)	0,10299
ROP, точні реакції (%)	0,01517
ROP, запізнілі реакції (%)	0,62128
PВ, етап 1, мс	0,66952
PВ, етап 2, мс	0,23213
PВ, етап 3, мс	0,39458
PВ, етап 4, мс	0,42626

За результатом кластеризації методом k-середніх було визначено, що кластери об'єднуються відповідно до результатів змагань. Так, перший (спортсмени 5, 3, 7, 8, 10) склали спортсмени, які стали призерами та переможцями змагань, до другого (спортсмени 1, 2, 4, 6, 9) увійшли спортсмени, які програли.

У зв'язку з відсутністю нормального розподілу в деяких результатах вимірювання реакції на об'єкт, що рухається (табл. 5) та малим розміром групи, для визначення зв'язку було використано коефіцієнт кореляції Спірмена.

Таблиця 5. Відповідність закону нормального розподілу

Показник	Shapiro-Wilk	p-value
Час реакції на об'єкт, що рухається, ms	0,83	0,03

Кореляційний аналіз вказав на відсутність статистично значимого зв'язку між показниками часу реакції на об'єкт, що рухається та деякими показниками змагальної діяльності таеквондистів, а саме загальна кількість техніко-тактичних дій ($r = 0,07$); кількість балів ($r = 0,19$); ефективність поєдинків ($r = 0,21$); інтервали між діями ($r = 0,08$); різноманітність ефективних дій ($r = 0,12$). Відсутність статистично значимого зв'язку може бути зумовлена недостатнім обсягом вибірки. Дослідження взаємозв'язків між різними етапами тесту та ефективністю окремих частин поєдинків показало статистично значущий сильний зв'язок між середнім часом реакції на 1 етапі тесту та ефективністю 3 частини поєдинку ($r = 0,89$, $p < 0,05$). Тобто, спортсмени, які мали більший час реакції на 1 етапі тесту та ефективністю 3 частини поєдинку. Ймовірно, спортсмени, які потребували більше часу для адаптації до умов тесту, відповідно, довше адаптуються до умов змагального поєдинку, тому проявляють кращу ефективність наприкінці.

Щодо зв'язків між показниками часу реакції вибору та змагальної діяльності, то виявлено статистично значимий середній зворотній зв'язок між часом реакції вибору та кількістю ефективних дій, які виконували спортсмени ($r = -0,31$). Ймовірно, що для виконання точної та вчасної дії необхідно мати відповідний рівень нервово-м'язової координації, на який вказує час реакції. Однак статистично

значущих зав'язків між різними етапами тесту реакції вибору та окремими частинами поєдинків не спостерігається ($p>0,05$). Не встановлено статистично значимого зв'язку між віком спортсменів та отриманими даними. Вочевидь, відсутність взаємозв'язку обумовлена не значною різницею у віці спортсменів ($SD=3,77$), враховуючи діапазон вікової категорії.

Оскільки кластерний аналіз вказав на залежність результатів тестування від результатів змагань, спортсменів було розподілено на дві групи: медалісти (ті, хто стали переможцями або посіли призові місця, ($n=5$) та ті, хто програли ($n=5$).

Порівняння результатів тестування висококваліфікованих тасквондистів дозволив встановити величину відмінностей між основними показниками змагальної діяльності та тестів сенсомоторних реакцій. Встановлено, що медалісти виконували в середньому на 4,58 більше техніко-тактичних дій з більшою на 19,57 % ефективністю за тих, хто програв; медалісти переважають у набраних балах протягом бою тих, хто програли в середньому на 4,58 балів; медалісти виконували в середньому на 1,87 більше ефективних дій за коротші інтервали в середньому на 13,65 мс, що може свідчити про кращу координацію рухів та швидкість ухвалення рішень (табл. 6).

Аналіз ефективності на початку, в середині та наприкінці поєдинку показав, що медалісти на початку поєдинку результативніші, ніж у середині, але показують вищу ефективність наприкінці поєдинку ($50,9 \pm 19,91$, $V=39,12$ %). У тих, хто програли ефективність дій у кожній частині поєдинку зростає ($16,25 \pm 17,55$), але високий коефіцієнт варіації (108 %) вказує на нестабільність цих показників (рис. 2).

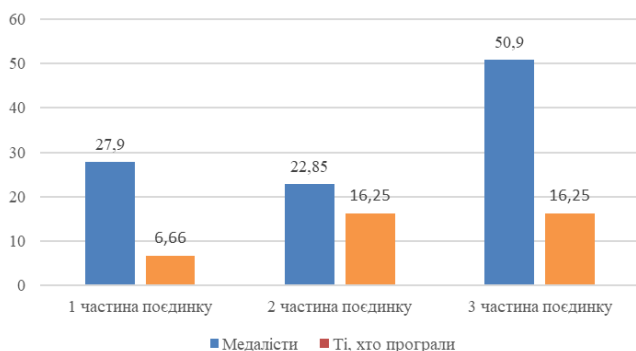
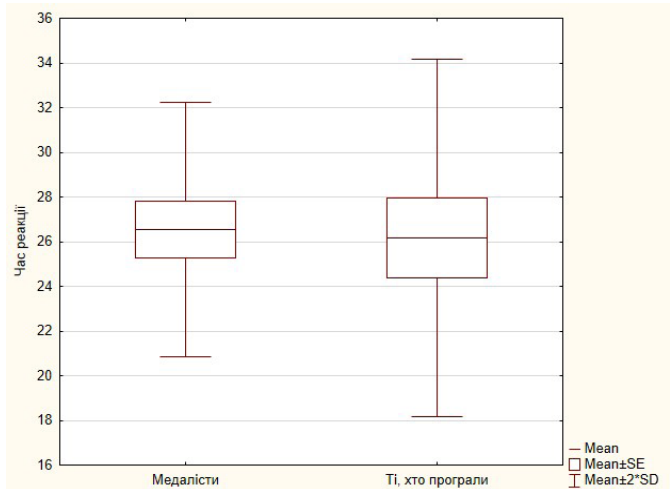


Рис. 2. Ефективність поєдинків тасквондистів

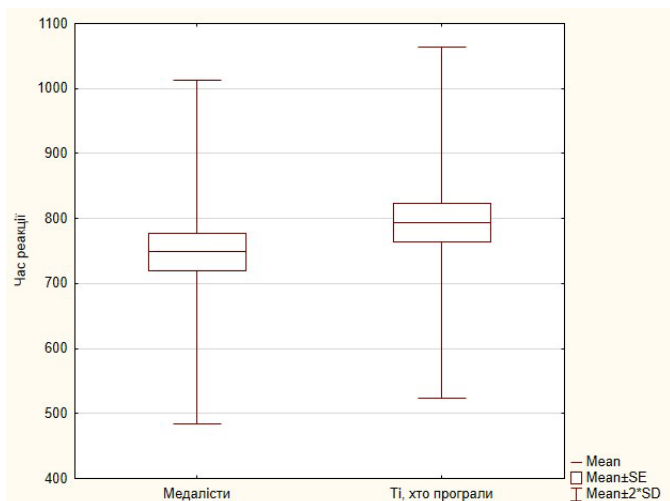
Таблиця 6. Результати аналізу змагальної діяльності тасквондистів по групах

Змінні	Медалісти (n=5)		Ті, хто програли (n=5)	
	Хср±SD	V	Хср±SD	V
Загальна кількість техніко-тактичних дій (n)	14,76±3,79	25,7	10,18±4,07	39,98
Кількість балів (n)	5,93±0,91	15,35	1,35±1,31	97,03
Ефективність поєдинків (%)	33,71±12,8	37,98	14,14±14,95	105,7
Ефективність 1 частини поєдинку (%)	27,9±12,81	45,91	6,66±9,11	136,8
Ефективність 2 частини поєдинку (%)	22,85±2,39	10,46	13,25±26,27	198,3
Ефективність 3 частини поєдинку (%)	50,9±19,91	39,12	16,25±17,55	108
Інтервали між діями (с)	13,28±5,37	40,44	26,93±36,42	135,2
Різноманітність ефективних дій (n)	3±1,04	34,66	1,13±1,12	99,12

Аналізуючи час сенсомоторних реакцій було виявлено, що середній час реакції на об'єкт, що рухається у обох груп подібний (рис. 3а), але різниця не є значущою ($U=12$, $p>0,05$). Середній час реакції вибору у медалістів краще на 45,45 мс за тих, хто програли (рис. 3б), але різниця виявилася не значущою ($U=9$, $p>0,05$).



а) середній час реакції на об'єкт, що рухається



б) середній час реакції вибору

Рис. 3. Порівняння середнього часу сенсомоторних реакцій тасквондистів

Аналіз показників спрямованості нервових процесів показав, що ті, хто програли реагували точніше на 2,2 % за медалістів (різниця не є значущою, $U=12$, $p>0,05$). У групі



Таблиця 7. Результати тестування сенсомоторних реакцій таеквондистів по групам

Змінні	Медалісти (n=5)		Ті, хто програли (n=5)	
	Хср	SD	Хср	SD
ROP, мс	26,5	2,84	26,17	4
ROP, етап 1, мс	29,27	6,8	22,12	6,91
ROP, етап 2, мс	27,84	3,48	34,52	10,17
ROP, етап 3, мс	22,54	5,54	22,1	8,95
ROP, передчасні реакції (%)	45,68	7,21	50,56	8,82
ROP, точні реакції (%)	8,66	2,17	10,86	4,4
ROP, запізниті реакції (%)	45,66	6,82	38,58	6,79
PВ, Хср, мс	748,45	92,03	793,9	30,19
PВ, етап 1, мс	675	73,45	665,2	44,76
PВ, етап 2, мс	687,2	54,76	693,8	50,63
PВ, етап 3, мс	884,4	79,59	803,4	93,12
PВ, етап 4, мс	849	156,98	910	121,58

медалістів спортсмени з передчасними та запізнитими реакціями розподілилися майже однаково з різницею лише у 0,02 %. Серед тих, хто програли переважають спортсмени з передчасними реакціями і ця група частіше реагувала передчасно за медалістів на 4,88 %, однак різниця не є значущою ($U=9$, $p>0,05$). Дані наведено в таблиці 7.

Основним обмеженням проведеного дослідження є мала вибірка та незначні відмінності у віці та кваліфікації спортсменів, що знижує можливість узагальнення результатів. Для підтвердження отриманих висновків необхідні подальші дослідження з більшою кількістю учасників та розширеним набором психофізіологічних тестів.

Висновки

Результати проведеного дослідження показали відсутність статистично значимого зв'язку між показниками часу реакції на об'єкт, що рухається та деякими показниками змагальної діяльності таеквондистів, що може бути обґрунтовано недостатнім обсягом вибірки. Встановлено статистично значущий сильний зв'язок між середнім часом реакції на 1 етапі тесту та ефективністю 3 частини поєдинку ($r=0,89$, $p<0,05$). Ймовірно, спортсмени, які потребували більше часу для адаптації до умов тесту, відповідно, довше адаптуються до умов змагального поєдинку, тому проявляють кращу ефективність наприкінці.

Статистично значимий зв'язок між часом реакції вибору та кількістю ефективних дій, які виконували спортсмени підтверджує, що для виконання точної та вчасної дії

необхідно мати відповідний рівень нервово-м'язової координації, на який вказує час реакції.

Аналізуючи час сенсомоторних реакцій не було виявлено статистично значущої різниці між групами, що може обумовлюватися малою вибіркою та незначними відмінностями у віці та кваліфікації спортсменів.

Порівняльний аналіз результатів тестування між групами показав, що медалісти виконують більше техніко-тактичних дій за поєдинок, з більшою ефективністю за коротші інтервали, що свідчить про кращий контроль дій та вищу швидкість ухвалення рішень. Таким чином, сенсомоторні властивості в поєднанні зі здібностями точно та швидко виконувати різноманітні дії можуть мати вирішальне значення для досягнення високих результатів у таеквон-до. Результати дослідження свідчать, що запропоновані психофізіологічні тести можна рекомендувати як додаткові параметри відбору, прогнозування успішності, так і для оптимізації спортивної підготовки. Систематична оцінка психофізіологічних показників сприятиме підвищенню якості тренувань та подальшому розвитку спортивних результатів.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку. Для отримання більш повного уявлення про роль сенсомоторних реакцій в змагальній діяльності таеквондо необхідно проведення подальших досліджень з використанням більш широкого спектру досліджуваних факторів.

Список літератури

- Пашков, І. М., & Пашкова, В. М. (2020). Особливості техніко-тактичної підготовки в єдиноборствах. *Проблеми і перспективи розвитку спортивних ігор і єдиноборств у вищих навчальних закладах*, 29-32.
- Романенко, В. В., Голоха, В. Л., & Веретельникова, Н. А. (2018). Оценки и анализ подготовленности квалифицированных тхеквондистов. *Єдиноборства*, 2, 58-69.
- Романенко, В., & Цигановська, Н. (2024). Новітні можливості оцінки професійно-моторної реакції з використанням сучасних мобільних технологій. *Єдиноборства*, (3 (33)), 59-69. <https://doi.org/10.15391/ed.2024-3.06>
- Романенко, В. В., Голоха, В. Л., Алексєєв, А. Ф., & Коваленко, Ю. М.

References

- Pashkov, I. M., & Pashkova, V. M. (2020). Osoblyvosti tehniko-taktychnoi' pidgotovky v jedynoborstvah [Features of technical and tactical training in martial arts]. *Problemy i perspektivy rozvytku sportyvnyh igor i jedynoborstv u vyshhyh navchal'nyh zakladakh* [Problems and prospects for the development of sports games and martial arts in higher education institutions], 29-32. [in Ukrainian].
- Romanenko, V. V., Goloha, V. L., & Veretel'nykova, N. A. (2018). Ocenka y analiz podgotovlenosti kvalyfytsirovannyh thekvondystov [Assessment and analysis of the preparedness of qualified taekwondo practitioners]. *Jedynoborstva* [Martial arts], 2, 58-69. [in Ukrainian].
- Romanenko, V., & Cyganov'ska, N. (2024). Novitni mozhlyvosti ocinky pro-



- (2020). Методика оцінки змагальної діяльності одноборців з використанням комп'ютерних технологій. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, (6 (80)), 65-72. <https://doi.org/10.15391/snsv.2020-6.010>
- Romanenko, V. V., Tropin, Yu. M., & Kulida, A. (2021). Аналіз змагальної діяльності кваліфікованих тхеквондистів-юніорів. *Єдиноборства*, (3 (21)), 44-59. <https://doi.org/10.15391/ed.2021-3.05>
- Aggeloussis, N., Gourgoulis, V., Sertsou, M., Giannakou, E., & Mavromatis, G. (2007). Repeatability of electromyographic waveforms during the Naeryo Chagi in taekwondo. *Journal of sports science & medicine*, 6(CSSI-2), 6.
- Ahmedov, F., & Abdulakhatov, A. (2023). Relationship between sports competition anxiety and technical-tactical actions of winning and losing kurash athletes. *Ido Movement For Culture. Journal Of Martial Arts Anthropology*, 23(2), 1-5. <https://doi.org/10.14589/ido.23.2.1>
- Boychenko, N. (2018). Optimization of the training process for the technique of athletes in kyokushinkai karate. *Edinoborstva*, 1, 13-21.
- Bridge, C. A., Jones, M. A., & Drust, B. (2011). The activity profile in international taekwondo competition is modulated by weight category. *International journal of sports physiology and performance*, 6(3), 344-357. <https://doi.org/10.1123/ijspp.6.3.344>
- Broeker, L., Brüning, J., Fandakova, Y., Khosravani, N., Kiesel, A., Kubik, V., ... & Schubert, T. (2022). Individual differences fill the uncharted intersections between cognitive structure, flexibility, and plasticity in multitasking. *Psychological Review*, 129(6), 1486. <https://doi.org/10.1037/rev0000376>
- Casolino, E., Lupo, C., Cortis, C., Chiodo, S., Minganti, C., Capranica, L., & Tessitore, A. (2012). Technical and tactical analysis of youth taekwondo performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1489-1495. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318231a66d>
- Fedorchuk, S. V., Kutsenko, T., Yaroshenko, O., Lysenko, O. M., & Shynkaruk, O. A. (2022). Functional state of the central nervous system of rowers as assessed by the indicators of reaction to a moving object. *Sports medicine, physical therapy and occupational therapy*, 1, 42-48. <https://doi.org/10.32652/spmed.2022.1.42-48>
- Finlay, M. J., Page, R. M., Greig, M., & Bridge, C. A. (2022). The prevalence of pre-conditioning and recovery strategies in senior elite and non-elite amateur boxing. *The Physician and Sportsmedicine*, 50(4), 323-331. <https://doi.org/10.1080/00913847.2021.1931525>
- Gabin, B., Camerino, O., Anguera, M. T., & Castañer, M. (2012). Lince: multiplatform sport analysis software. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4692-4694. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.320>
- Gutiérrez-Santiago, A., Pereira-Rodríguez, R., & Prieto-Lage, I. (2020). Detection of the technical and tactical motion of the scorable movements in taekwondo. *Physiology & behavior*, 217, 112813.
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C., & White, A. R. (2006). A profile of Olympic taekwondo competitors. *Journal of sports science & medicine*, 5(CSSI), 114. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(06\)70296-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(06)70296-4)
- Korobeynikov, G., Korobeinikova, L., Raab, M., Baić, M., Borysova, O., Korobeinikova, I., ... & Khmel'nitska, I. (2023). Cognitive functions and special working capacity in elite boxers. *Pedagogy of physical culture and sports*, 27(1), 84-90. <https://doi.org/10.15561/26649837.2023.0110>
- Korobeynikov, G., Potop, V., Korobeynikova, L., Kolumbet, A., Khmel'nitska, I., Shtanagey, D., ... & Goletc, A. (2019). Research of the hand motion dynamic characteristics of the women boxers with different types of functional asymmetry. <https://doi.org/10.15561/26649837.2023.0110>
- Lystad, R. P., Pollard, H., & Graham, P. L. (2009). Epidemiology of injuries in competition taekwondo: A meta-analysis of observational studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 614-621. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.09.013>
- Moreira, P. V. S., Falco, C., Menegaldo, L. L., Goethel, M. F., De Paula, L. V., & Gonçalves, M. (2021). Are isokinetic leg torques and kick velocity stoi' zorovo-motornoi' reakcii' z vykorystannjam suchasnyh mobil'nyh tehnologij [New opportunities for assessing simple visual-motor reactions using modern mobile technologies]. *Jedynoborstva* [Martial arts], (3 (33)), 59-69. <https://doi.org/10.15391/ed.2024-3.06> [in Ukrainian].
- Romanenko, V. V., Goloha, V. L., Aleksiejev, A. F., & Kovalenko, Ju. M. (2020). Metodyka ocinky zmagal'noi' dijal'nosti odnaborciv z vykorystannjam komp'juternyh tehnologij [Methodology for assessing the competitive activity of martial artists using computer technologies]. *Slobozhans'kyj naukovo-sportyvnyj visnyk* [Slobozhansky Scientific and Sports Bulletin], (6 (80)), 65-72. <https://doi.org/10.15391/snsv.2020-6.010> [in Ukrainian].
- Romanenko, V. V., Tropin, Ju. M., & Kulida, A. (2021). Analiz zmagal'noi' dijal'nosti kvalifikovanyh thekvondystiv-junioriv [Analysis of the competitive activity of qualified junior taekwondo athletes]. *Jedynoborstva* [Martial arts], (3 (21)), 44-59. <https://doi.org/10.15391/ed.2021-3.05> [in Ukrainian].
- Aggeloussis, N., Gourgoulis, V., Sertsou, M., Giannakou, E., & Mavromatis, G. (2007). Repeatability of electromyographic waveforms during the Naeryo Chagi in taekwondo. *Journal of sports science & medicine*, 6(CSSI-2), 6.
- Ahmedov, F., & Abdulakhatov, A. (2023). Relationship between sports competition anxiety and technical-tactical actions of winning and losing kurash athletes. *Ido Movement For Culture. Journal Of Martial Arts Anthropology*, 23(2), 1-5. <https://doi.org/10.14589/ido.23.2.1>
- Boychenko, N. (2018). Optimization of the training process for the technique of athletes in kyokushinkai karate. *Edinoborstva*, 1, 13-21.
- Bridge, C. A., Jones, M. A., & Drust, B. (2011). The activity profile in international taekwondo competition is modulated by weight category. *International journal of sports physiology and performance*, 6(3), 344-357. <https://doi.org/10.1123/ijspp.6.3.344>
- Broeker, L., Brüning, J., Fandakova, Y., Khosravani, N., Kiesel, A., Kubik, V., ... & Schubert, T. (2022). Individual differences fill the uncharted intersections between cognitive structure, flexibility, and plasticity in multitasking. *Psychological Review*, 129(6), 1486. <https://doi.org/10.1037/rev0000376>
- Casolino, E., Lupo, C., Cortis, C., Chiodo, S., Minganti, C., Capranica, L., & Tessitore, A. (2012). Technical and tactical analysis of youth taekwondo performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1489-1495. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318231a66d>
- Fedorchuk, S. V., Kutsenko, T., Yaroshenko, O., Lysenko, O. M., & Shynkaruk, O. A. (2022). Functional state of the central nervous system of rowers as assessed by the indicators of reaction to a moving object. *Sports medicine, physical therapy and occupational therapy*, 1, 42-48. <https://doi.org/10.32652/spmed.2022.1.42-48>
- Finlay, M. J., Page, R. M., Greig, M., & Bridge, C. A. (2022). The prevalence of pre-conditioning and recovery strategies in senior elite and non-elite amateur boxing. *The Physician and Sportsmedicine*, 50(4), 323-331. <https://doi.org/10.1080/00913847.2021.1931525>
- Gabin, B., Camerino, O., Anguera, M. T., & Castañer, M. (2012). Lince: multiplatform sport analysis software. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4692-4694. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.320>
- Gutiérrez-Santiago, A., Pereira-Rodríguez, R., & Prieto-Lage, I. (2020). Detection of the technical and tactical motion of the scorable movements in taekwondo. *Physiology & behavior*, 217, 112813.
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C., & White, A. R. (2006). A profile of Olympic taekwondo competitors. *Journal of sports science & medicine*, 5(CSSI), 114. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(06\)70296-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(06)70296-4)
- Korobeynikov, G., Korobeinikova, L., Raab, M., Baić, M., Borysova, O., Korobeinikova, I., ... & Khmel'nitska, I. (2023). Cognitive functions and special working capacity in elite boxers. *Pedagogy of physical culture and sports*, 27(1), 84-90. <https://doi.org/10.15561/26649837.2023.0110>
- Korobeynikov, G., Potop, V., Korobeynikova, L., Kolumbet, A., Khmel'nitska, I., Shtanagey, D., ... & Goletc, A. (2019). Research of the hand motion dynamic characteristics of the women boxers with different types of functional asymmetry. <https://doi.org/10.15561/26649837.2023.0110>



- reliable predictors of competitive level in taekwondo athletes?. *Plos one*, 16(6), e0235582. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235582>
- Musculus, L., & Raab, M. (2022). A developmental perspective on motor-cognitive interactions and performance in sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 61, 102202. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102202>
- Panten, J., Loffing, F., Baker, J., & Schorer, J. (2019). Extending research on deception in sport—combining perception and kinematic approaches. *Frontiers in psychology*, 10, 2650. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02650>
- Podrigalo, L., Keo, S., Podrihalo, O., Olkhovyi, O., Paievskiy, V., & Kraynik, Y. (2022). Justification of the Selection Techniques in Martial Arts using Wald's Sequential Analysis. *Physical Education Theory and Methodology*, 22(4), 576-582. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2022.4.17>
- Romanenko, V., Piatysotska, S., Lytvynenko, A., Baibikov, M., Boychenko, N., & Ponomarov, V. (2024). Methodology for assessing the reaction of combat athletes to a moving object. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*, 28(2), 69-77. <https://doi.org/10.15391/snsv.2024-2.003>
- Romanenko, V., Piatysotska, S., Tropin, Y., Rydzik, Ł., Holokha, V., & Boychenko, N. (2022). Study of the reaction of the choice of combat athletes using computer technology. *Slobozhanskyi Herald of Science & Sport*, (4). <https://doi.org/10.15391/snsv.2022-4.001>
- Schinke, R. J., Battochio, R. C., Dube, T. V., Lidor, R., Tenenbaum, G., & Lane, A. M. (2012). Adaptation processes affecting performance in elite sport. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6(2), 180-195. <https://doi.org/10.1123/jcsp.6.2.180>
- Siutla, M., & Karhulahti, V. M. (2023). Continuous play: leisure engagement in competitive fighting games and taekwondo. *Annals of Leisure Research*, 26(1), 100-116. <https://doi.org/10.1080/11745398.2020.1865173>
- Tang, W. T., Chang, J. S., & Nien, Y. H. (2007). The kinematics characteristics of preferred and non-preferred roundhouse kick in elite Taekwondo athletes. *Journal of Biomechanics*, 40(2), S780. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(07\)70768-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(07)70768-6)
- Tayech, A., Mejri, M. A., Chaouachi, M., Chaabene, H., Hambli, M., Brughelli, M., & Chaouachi, A. (2020). Taekwondo anaerobic intermittent kick test: discriminant validity and an update with the gold-standard wingate test. *Journal of human kinetics*, 71(1), 229-242. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0081>
- Turlisova, J., & Jansone, A. (2021). ViMoT-Development of Visual-Motor Tests Methodology Including the Adoption of Uniform Rules and Digital Test Development. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 9(2), 250-254. <https://doi.org/10.13189/saj.2021.090213>
- Lystad, R. P., Pollard, H., & Graham, P. L. (2009). Epidemiology of injuries in competition taekwondo: A meta-analysis of observational studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 614-621. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.09.013>
- Moreira, P. V. S., Falco, C., Menegaldo, L. L., Goethel, M. F., De Paula, L. V., & Gonçalves, M. (2021). Are isokinetic leg torques and kick velocity reliable predictors of competitive level in taekwondo athletes?. *Plos one*, 16(6), e0235582. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235582>
- Musculus, L., & Raab, M. (2022). A developmental perspective on motor-cognitive interactions and performance in sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 61, 102202. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102202>
- Panten, J., Loffing, F., Baker, J., & Schorer, J. (2019). Extending research on deception in sport—combining perception and kinematic approaches. *Frontiers in psychology*, 10, 2650. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02650>
- Podrigalo, L., Keo, S., Podrihalo, O., Olkhovyi, O., Paievskiy, V., & Kraynik, Y. (2022). Justification of the Selection Techniques in Martial Arts using Wald's Sequential Analysis. *Physical Education Theory and Methodology*, 22(4), 576-582. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2022.4.17>
- Romanenko, V., Piatysotska, S., Lytvynenko, A., Baibikov, M., Boychenko, N., & Ponomarov, V. (2024). Methodology for assessing the reaction of combat athletes to a moving object. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*, 28(2), 69-77. <https://doi.org/10.15391/snsv.2024-2.003>
- Romanenko, V., Piatysotska, S., Tropin, Y., Rydzik, Ł., Holokha, V., & Boychenko, N. (2022). Study of the reaction of the choice of combat athletes using computer technology. *Slobozhanskyi Herald of Science & Sport*, (4). <https://doi.org/10.15391/snsv.2022-4.001>
- Schinke, R. J., Battochio, R. C., Dube, T. V., Lidor, R., Tenenbaum, G., & Lane, A. M. (2012). Adaptation processes affecting performance in elite sport. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6(2), 180-195. <https://doi.org/10.1123/jcsp.6.2.180>
- Siutla, M., & Karhulahti, V. M. (2023). Continuous play: leisure engagement in competitive fighting games and taekwondo. *Annals of Leisure Research*, 26(1), 100-116. <https://doi.org/10.1080/11745398.2020.1865173>
- Tang, W. T., Chang, J. S., & Nien, Y. H. (2007). The kinematics characteristics of preferred and non-preferred roundhouse kick in elite Taekwondo athletes. *Journal of Biomechanics*, 40(2), S780. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(07\)70768-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(07)70768-6)
- Tayech, A., Mejri, M. A., Chaouachi, M., Chaabene, H., Hambli, M., Brughelli, M., & Chaouachi, A. (2020). Taekwondo anaerobic intermittent kick test: discriminant validity and an update with the gold-standard wingate test. *Journal of human kinetics*, 71(1), 229-242. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0081>
- Turlisova, J., & Jansone, A. (2021). ViMoT-Development of Visual-Motor Tests Methodology Including the Adoption of Uniform Rules and Digital Test Development. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 9(2), 250-254. <https://doi.org/10.13189/saj.2021.090213>

Додаткова інформація

Відомості про статтю:

Онлайн-версія доступна за посиланням:
<https://doi.org/10.15391/ed.2025-4.05>

Конфлікт інтересів

Автори відзначають, що не існує ніякого конфлікту інтересів.

Джерела фінансування

Ця стаття не отримала фінансової підтримки від державної, громадської або комерційної організації.

Отримано: 10.07.2025; Прийнято: 27.08.2025

Опубліковано: 01.11.2025



Відомості про авторів

Байбіков Максим Андрійович:

аспірант кафедри єдиноборств; Харківська державна академія фізичної культури: вул. Клочківська, 99, м. Харків, 61000, Україна.

<https://orcid.org/0009-0008-4028-7495>,
maksymbaibikov@gmail.com

Мулик Катерина Віталіївна:

доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор; Харківська державна академія фізичної культури: вул. Клочківська, 99, Харків 61058, Україна.

<https://orcid.org/0000-0002-6819-971X>,
kateryna.mulyk@gmail.com

Information about the Authors

Maksym Baibikov:

postgraduate student at the department of combat sports; Kharkiv State Academy of Physical Culture: Klochkivska st., 99, Kharkiv, 61058, Ukraine.

Katerina Mulyk:

Doctor of Science in Physical Education and Sports, Professor; Kharkiv State Academy of Physical Culture: Klochkivska st., 99, Kharkiv, 61058, Ukraine.