

УДК: 796.015.6: 796. 853.26
DOI: 10.69468/2786-7544-2024-1-2

ІНТЕНСИВНІСТЬ ТРЕНУВАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ І РОЛЬ РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В КАРАТЕ

Любомир ВОВКАНИЧ, Ігор БОГДАН, Антоніна ДУНЕЦЬ-ЛЕСЬКО
Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, Львів, Україна

TRAINING LOADS INTENSITY AND THE ROLE OF DIFFERENT SOURCES OF ENERGY SUPPLY IN KARATE

Lyubomyr VOVKANYCH, Ihor BOHDAN, Antonina DUNETSKYI-LESKO
Ivan Boberskyi Lviv State University of Physical Culture, Lviv, Ukraine

Анотація.

Метою статті був теоретичний аналіз основних підходів до оцінювання інтенсивності фізичних навантажень й енергетичного забезпечення тренувальної і змагальної діяльності каратистів, а також залежності показників енергетичного обміну спортсменів від різноманітних аспектів змагальної діяльності.

Методика. Виконано аналіз сучасних літературних джерел відповідно до мети дослідження.

Результати. Найчастіше інтенсивність фізичної діяльності каратистів характеризують за допомогою аналізу відсотка перебування спортсмена під час тренування чи змагальної діяльності у межах певних діапазонів ЧСС. Виявлено, що, попри відносно короткий (17–30 с) період гранично інтенсивної активності, ЧСС під час куміте може досягати 190–200 уд./хв за середніх величин 150–180 уд./хв. Водночас відбувається суттєве нагромадження молочної кислоти в крові каратистів (від 3,1 до 13,5 ммоль/л). Максимальне значення ЧСС під час виконання ката сягає 180–185 уд./хв за середньої величини 160–180 уд./хв. Після виконання

Abstract.

We **aimed** to reveal the main approaches to assessing the intensity of physical loads and energy supply of training and competitive activities in karate, as well as the dependence of the indices of energy exchange of athletes on various aspects of competitive activity.

Methods. The analysis of modern literary sources according to the aim of the research has been performed.

Results. The intensity of physical activity of karate athletes is mainly presented by a description of the percentage of the time of training or competitive activity of athlete's performance within certain heart rate (HR) ranges. It was revealed that despite a relatively short (17–30 s) period of extremely intensive activity, HR during kumite can reach 190–200 beats per minute (BPM) with average values of 150–180 BPM. At the same time, there is a significant accumulation of lactic acid in the blood of karate fighters (3.1–13.5 mmol/l). The maximum value of the HR during the kata performance reaches 180–185 BPM with an average value of 160–180 BPM. After the end of kata the lactic acid level reaches 4.5–8.3 mmol/l. Despite the significant

ката рівень молочної кислоти становить 4,5–8,3 ммоль/л. Попри значну акумуляцію лактату під час змагальної діяльності, основним компонентом енергозабезпечення куміте є аеробний (74–78 % від загального обсягу енерговитрат). На другому місці – система креатинфосфокіназного ресинтезу АТФ (14–16 %), внесок гліколітичного фосфорилування в енергозабезпечення куміте різні автори оцінюють на рівні 6–12 %.

Висновки. Змагальна діяльність каратистів відбувається в умовах значного підвищення інтенсивності функціонування організму спортсмена, її підтримують усі системи енергозабезпечення. Під час виконання кількох ката або виступів у кількох куміте можна спостерігати виснаження насамперед анаеробних джерел, що зумовлює зменшення їхнього внеску в енергозабезпечення. Це вказує на перспективність підвищення ємності анаеробних джерел енергозабезпечення для поліпшення змагальних результатів каратистів. Оцінювання потужності і ємності систем енергозабезпечення каратистів передбачає потребу створення адаптованого до умов виконання ката чи куміте тесту або системи тестів, спрямованих на оцінювання аеробних і анаеробних можливостей каратистів.

Ключові слова: інтенсивність навантаження, частота серцевих скорочень, молочна кислота.

accumulation of lactate during competitive activity, the main component of kumite's energy supply is aerobic (74–78 % of total energy expenditure). The second place takes the system of creatine phosphokinase resynthesis of ATP (14–16 %). The contribution of glycolysis to the energy supply of kumite is estimated by various authors at the level of 6–12 %.

Conclusions. The competitive activity of karate athletes is accompanied by a significant increase in the intensity of the functioning of the athlete's organism and is supplied by all energy systems. During the several kata or kumite performances the depletion of primarily anaerobic sources may be observed, which leads to a decrease in their contribution to energy supply. This makes perspective the increasing of the capacity of the anaerobic sources to improve the competitive results of karate athletes. Evaluation of the power and capacity of karateka's energy supply systems requires the creation of a test adapted to the kata or kumite conditions, or tests aimed at evaluating the aerobic and anaerobic capabilities of karateka.

Keywords: load intensity, heart rate, lactic acid.

Вступ. Досягнення успіху в процесі змагальної діяльності в карате вимагає не лише високого рівня розвитку низки рухових якостей, досконалого володіння складною технікою рухів, наявності швидких і точних сенсомоторних реакцій, а також належного розвитку систем енергетичного забезпечення рухів [1]. Саме завдяки їм здійснюється швидке відновлення після короточасних, але інтенсивних рухових дій, які значною мірою визначають успішність змагальної діяльності в карате. У нашому попередньому огляді [2] коротко висвітлено особливості тілобудови каратистів, їхніх сенсомоторних реакцій, розвитку рухових якостей та інші аспекти, які великою мірою визначають рівень під-

готовленості до змагальних навантажень. Водночас у ньому набагато менше висвітлено енергетичне забезпечення рухової діяльності каратистів, роль у цьому різних систем енергозабезпечення, величину утвореного кисневого боргу, який може суттєво впливати на ефективність ухвалення рішень і виконання дій. Тож **метою** нашого мініогляду є аналіз основних підходів до оцінювання інтенсивності фізичних навантажень й енергетичного забезпечення тренувальної і змагальної діяльності каратистів, а також залежності показників енергетичного обміну спортсменів від різноманітних аспектів змагальної діяльності.

Матеріали і методи. Огляд побудовано на основі аналізу англомовних літератур-

них джерел із використанням наукометричних баз даних Google Академія і PubMed. Під час аналізу взято до уваги джерела, які містили ключові слова «karate», «heart rate», «lactate», «energy expenditures/demands», «time-motion analysis», «energy-system contributions», «energy expenditures», «oxygen consumption», за період від 2003 до 2023 року. Публікації мали містити опис методів аналізу інтенсивності тренувальної та змагальної діяльності, визначення показників енергетичного обміну чи інтенсивності фізичних навантажень, характеристики досліджуваного контингенту, кількісні величини показників життєдіяльності організму спортсменів. Було обрано 46 наукових публікацій, результати аналізу яких публікуємо нижче.

Результати дослідження та їх обговорення. Передусім охарактеризуємо методи оцінювання інтенсивності фізичних навантажень під час тренувальних занять і змагальної діяльності в карате. Саме тривалість й інтенсивність навантажень, очевидно, великою мірою зумовлює роль різних систем енергозабезпечення в досягненні максимального змагального результату. Оскільки в змагальній діяльності карате домінують ациклічні вправи зі складною координацією рухів, то визначення їхньої енергетичної вартості й інтенсивності за допомогою біомеханічного аналізу – досить складне завдання. Напевно, тому не вдалося виявити наукових публікацій, у яких воно було б реалізованим. Тож для характеристики інтенсивності фізичних навантажень й енергетичних затрат доцільно використовувати насамперед параметри частоти серцевих скорочень (ЧСС), а також оцінювання енергетичного обміну за допомогою вимірювання поглинання кисню, величини кисневого боргу й нагромадження молочної кислоти. Принагідно варто зауважити, що саме параметри ЧСС, вмісту молочної кислоти разом із самооцінюванням важкості навантаження (rate of perceived exertion) чи «тренувального імпульсу» (training impulse, TRIMP) деякі автори використали як критерії інтенсивності тренувальних навантажень (training load) у карате [3–5].

Аналіз літератури засвідчує, що найчастіше інтенсивність фізичної діяльності харак-

теризують за допомогою аналізу відносної тривалості перебування спортсмена під час тренування чи змагальної діяльності у межах певних діапазонів ЧСС – тренувальних зон (training zones). Межі цих зон відображають, як правило, у відсотках від максимального рівня ЧСС (ЧСС_{макс}), а також відносно пульсового резерву (ЧСС_{рез}), вентиляційного порогу (ВТ), точки компенсації дихання (ТКД), порогу анаеробного обміну (ПАО) чи концентрації молочної кислоти в капілярній крові ([La]). Воночас різні автори виокремлюють різну кількість (від трьох до семи) основних зон інтенсивності фізичного навантаження (див. табл. 1).

Деякі автори також подають таблиці, у яких п'ять зон потужності визначають не лише у відсотках, а й в абсолютних значеннях ЧСС в ударах за хвилину (див. табл. 2). За таких умов беруть до уваги віковий аспект, оскільки у 20 років межею п'ятої зони інтенсивності вважають ЧСС на рівні 180 уд./хв, а у віці 45 років межею цієї зони є ЧСС 158 уд./хв [11–13]. Автори у цьому випадку не беруть до уваги стать досліджуваних. Такий підхід дає змогу оцінювати інтенсивність навантажень без попередніх обрахунків ЧСС_{макс}.

Варто зазначити, що і куміте, і ката складаються з послідовних рухів різної інтенсивності, відсоток яких у загальній тривалості змагальної вправи неоднаковий. У літературі наявні кілька джерел [14, 15, 16, 17], автори яких намагалися проаналізувати тривалість дій високої інтенсивності впродовж куміте чи ката. Способи опису тривалості таких дій дещо відрізняються. Зокрема, Р. Бенекє [14] зазначає, що під час куміте відбувається в середньому 16 дій високої інтенсивності, тривалістю від однієї до трьох секунд кожна. Інші автори, наприклад Х. Чабені [16], вказують на наявність загалом майже 17 с інтенсивної діяльності, зазначаючи, що кожен окремий епізод такої діяльності триває від часток секунди до п'яти секунд. За даними цього автора, переважна більшість дій високої інтенсивності триває менше ніж дві секунди. Це узгоджується із середньою тривалістю бойових (fighting) дій у 1,4–1,7 с, яку доповнюють 7,3–9,8 с підготовчих (preparatory) дій

Таблиця 1

**Зони інтенсивності фізичного навантаження
(за даними наукової літератури)**

| Автор | Критерій розподілу | Зони інтенсивності |
|-----------------------------|--------------------|---|
| M. Karvonen [6] | ЧССрез | ЧССспок + 50–60 % ЧССрез ЧССспок + 60–70 % ЧССрез ЧССспок + 70–80 % ЧССрез ЧССспок + 80–90 % ЧССрез ЧССспок + 90–100 % ЧССрез |
| P. Janssen [7] | ЧССмакс | 60–70 % ЧССмакс 70–80 % ЧССмакс 80–85 % ЧССмакс 85–90 % ЧССмакс 90–95 % ЧССмакс 95–100 % ЧССмакс |
| J. Friel / A. Coggan [8–9] | ПАНО | < 85 % / 55 % ПАНО 85–89 % / 55–74 % ПАНО 90–94 % / 75–89 % ПАНО 95–99 % / 90–104 % ПАНО 100–102 % / 105–120 % ПАНО 103–106 % / 121–150 % ПАНО > 106 % / 150 % ПАНО |
| S. Edwards/Polar™ [5, 10] | ЧССмакс | 50–60 % ЧССмакс 60–70 % ЧССмакс 70–80 % ЧССмакс 80–90 % ЧССмакс 90–100 % ЧССмакс |
| A. Lucia [5] | ВТ та ТКД | ЧСС < ВТ ЧСС у межах ВТ-ТКД ЧСС > ТКД |
| K. Seiler & G. Kjerland [5] | [La] | [La] ≤ 2 ммоль/л, 2 ммоль/л > [La] < 4 ммоль/л, [La] ≥ 4 ммоль/л |
| E. Banister/K. Stagno [5] | TRIMP | TRIMP = ТТ·ЧССрез·0.64 ^{1.92·ЧССрез} (ч) TRIMP = ТТ·ЧССрез·0.86 ^{1.672·ЧССрез} (ж) TRIMP = ТТ·ЧССрез·1,225 ^{3,9434·ЧССрез} |

Примітка. ТТ – тривалість тренування.

Таблиця 2

**Абсолютні величини ЧСС у різних зонах інтенсивності виконання вправ
залежно від віку [12, 13]**

| ЧСС, % ЧССмакс | Вік, р | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 65 | 70 |
| 100 | 200 | 195 | 190 | 185 | 180 | 175 | 170 | 165 | 160 | 155 |
| 90 | 180 | 176 | 171 | 167 | 162 | 158 | 153 | 149 | 140 | 135 |
| 80 | 160 | 156 | 152 | 148 | 144 | 140 | 136 | 132 | 124 | 126 |
| 70 | 140 | 137 | 133 | 130 | 126 | 123 | 119 | 116 | 109 | 105 |
| 60 | 120 | 117 | 114 | 111 | 108 | 105 | 102 | 99 | 93 | 90 |
| 50 | 100 | 98 | 95 | 93 | 90 | 88 | 85 | 83 | 78 | 75 |

та 11,3–17,3 с захисних (breaking/stoppage) дій каратистів упродовж поєдинку [16, 17]. Узагальнюючи дані авторів, можна припустити, що загальна тривалість інтенсивної діяльності коливається в межах 17–30 с за весь період куміте. Існують також дослідження [18], у яких вказано відмінності в періодах інтенсивної діяльності між тренувальними й змагальними поєдинками, зокрема виявлено збільшення загального часу дій високої інтенсивності під час змагальних поєдинків. Отже, під час куміте спостерігається відносно невелика загальна тривалість дій максимальної інтенсивності, проте саме вони можуть мати вирішальне значення для досягнення змагального результату [19].

Багато авторів проаналізувало розподіл загальної тривалості тренувальних занять карате за зонами відносної потужності на основі аналізу ЧСС [4, 5, 20, 21, 22, 23], що дає змогу насамперед підтвердити нерегулярні значні коливання цього показника, спричинені виконанням вправ різної спрямованості й інтенсивності. Це можуть бути

вправи для загального розвитку, спеціалізовані вправи, вправи зі спорядженням, вправи на вдосконалення техніко-тактичної майстерності, а також змагальні вправи (рис. 1).

За даними літератури [4, 5, 20], вправи в зоні максимальної інтенсивності (ЧСС > 90 % ЧСС_{макс}, або ЧСС > 180 уд./хв) каратисти виконують упродовж 6–10 % загального часу тренувального заняття; упродовж ще 35–45 % часу вони перебувають у зоні ЧСС від 80 до 90 % від максимальної або на рівні понад 150 уд./хв. Отже, значна частина (40–55 %) тренувального заняття каратистів відбувається за ЧСС понад 80 % від ЧСС_{макс} (понад 150 уд./хв). Максимальні значення ЧСС під час тренування реєструють на рівні 180–190 уд./хв. Зважаючи на досить значну тривалість тренувального заняття, стає очевидною потреба значної ємності анаеробних джерел енергозабезпечення й достатньої потужності систем аеробного енергозабезпечення для відновлення організму каратиста в паузах між високоінтенсивними вправами.

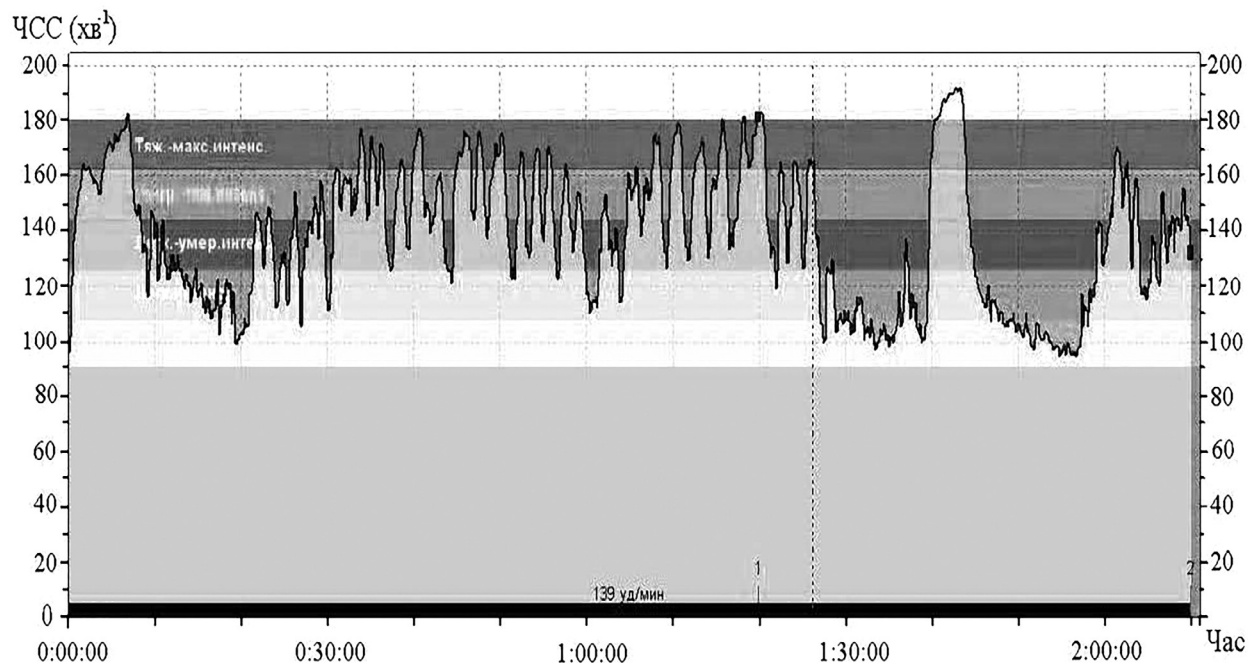


Рис. 1. Часова динаміка ЧСС протягом тренувального заняття спортсмена-каратиста [20]: за віссю абсцисс – тривалість тренувального заняття (год, хв, с), за віссю ординат – ЧСС (уд./хв).

Потрібно зазначити, що найвищі значення ЧСС упродовж тренувального заняття виявлено саме під час роботи у тренувальних поєдинках. Водночас практично весь період тренувального поєдинку відбувається в зоні максимальної інтенсивності за ЧСС. Варто брати до уваги також відсутність періодів відновлення (зниження ЧСС) упродовж тренувальних і змагальних поєдинків (куміте).

Під час куміте ЧСС може досягати щонайбільше 190–200 уд./хв, або понад 90 % від ЧССмакс [16, 24, 25, 26, 27]. Середні величини ЧСС під час куміте коливаються від 150 уд./хв до 180 уд./хв, або на рівні 85–92 % від ЧССмакс [16, 24, 28, 29]. Виявлено також, що в зоні понад 90 % від ЧССмакс (або понад 180 уд./хв) каратисти перебувають упродовж 65–75 % загальної тривалості поєдинку [20, 29]. Відсоток тривалості перебування в різних пульсових зонах під час куміте може залежати від багатьох чинників, зокрема від статі. Окремі дослідники [29, 30] виявили, що жінки перебувають у зоні максимальної інтенсивності (п'ятій) за ЧСС довше, ніж чоловіки. Отож попри те, що тривалість куміте відносно невелика (2–3 хв), висока інтенсивність рухової активності передбачає використання переважно анаеробних джерел енергозабезпечення м'язової діяльності. Відносно короткочасне перебування в зонах нижчої інтенсивності, вочевидь, не дає змоги повноцінно відновити показники анаеробних систем енергозабезпечення. З огляду на це доцільно припустити, що під час змагальної діяльності в організмі каратиста відбувається акуму-

ляція кисневого боргу й окремих продуктів біохімічних реакцій, що утворюються внаслідок інтенсивної роботи систем анаеробного енергозабезпечення, насамперед молочної кислоти. Нагромадження молочної кислоти може впливати на функціонування окремих критично важливих для досягнення змагального результату систем організму, зокрема на центральну нервову систему [31, 32, 33]. Тож актуальним видається вивчення змін концентрації молочної кислоти (лактату) під час тренувальної та змагальної діяльності каратистів.

Отож у наступній частині огляду проаналізуємо нагромадження молочної кислоти у процесі змагальної діяльності (куміте й ката) каратистів. Експериментально зареєстровані у роботах багатьох авторів рівні молочної кислоти у крові каратистів після завершення куміте коливаються в дуже широких межах: від 3,1 до 13,5 ммоль/л [14, 15, 27, 29, 30, 34, 36, 38, 39] (табл. 3), переважно перевищуючи 7,0 ммоль/л. Зауважимо, що ці показники були отримані і після тренувальних, і після змагальних поєдинків, автори вивчали різні контингенти каратистів, що відрізнялися за статтю, віком, країною походження тощо. На основі аналізу літературних даних можна виявити певні особливості акумуляції лактату в крові каратистів. По-перше, найнижчий рівень лактату встановлено у крові японських спортсменів. По-друге, здебільшого після поєдинків у жінок, незважаючи на меншу тривалість куміте, концентрація лактату в їхній крові перевищує рівень, що зареєстрували ті ж дослідники після поєдинків чоловіків.

Таблиця 3

**Вміст молочної кислоти в крові каратистів високої кваліфікації
(еліта / чорний пояс) після куміте**

| Тип поєдинку | Тривалість поєдинку, с | Стать учасників | Країна | Рівень молочної кислоти, ммоль/л | Автор дослідження |
|--------------|------------------------|-----------------|----------|----------------------------------|-------------------------------|
| Тренувальний | 200–320 | ч | | 7,7 | R. Beneke et al. [14] |
| Тренувальний | 240–180 | ч/ж | Італія | 7,5/10,6 | C. Doria et al. [35] |
| Тренувальний | 180–120 | ч | Японія | 3,1–3,4 | K. Iide et al. [15] |
| Тренувальний | 180 | ч | Бразилія | 5,1–5,2 | H. Roschel et al. [36] |
| Тренувальний | 180–120 | ч/ж | Туніс | 13/13,5 | M. Tabben et al. [29] |
| Тренувальний | 180 | ч | Туніс | 7,8 | H. Chaabène et al. [38] |
| Тренувальний | 180 | ч | Конго | 4,9–10,8 | J. Moulongo et al., 2020 [27] |
| Змагальний | -- | -- | -- | 11,1 | R. Arriaza [37] |
| Змагальний | 180–120 | ч/ж | Туніс | 8,4/10,0 | M. Tabben et al. [30] |
| Змагальний | 180 | ч | Туніс | 11,1–11,2 | H. Chaabène et al. [38, 39] |

Окрім того, ще одним цікавим спостереженням є те, що під час трьох послідовних поєдинків в осіб чоловічої статі рівень молочної кислоти змінювався незначно, а під час третього поєдинку був навіть нижчим, ніж після перших двох [30]. В осіб жіночої статі вміст лактату після кожного наступного поєдинку підвищувався [30]. Це вказує на недовідновлення, яке може бути зумовлене нижчою максимальною потужністю аеробних систем енергозабезпечення жіночого організму. В окремих спостереженнях [36] у переможців поєдинків вміст молочної кислоти в крові виявився набагато нижчим, ніж у переможених. Поясненням таких відмінностей може бути припущення про значно вищу тактико-технічну підготовку переможців, яка, як і у висококваліфікованих японських спортсменів, дає їм змогу досягти успіху за меншої тривалості дій високої інтенсивності, що зумовлює меншу акумуляцію молочної кислоти. Альтернативним є припущення про те, що нагромадження молочної кислоти в організмі переможців було меншим унаслідок вищих можливостей аеробних систем енергозабезпечення, як це проявляється в разі порівняння чоловічого й жіночого організмів. Вірогідно також, що нагромаджена в організмі переможених молочна кислота не дала їм змоги

ефективно реалізувати свої фізичні й технічні можливості. Отже, можна коротко підсумувати, що під впливом куміте в організмі каратистів нагромаджується значна кількість молочної кислоти, що може впливати на результативність змагальної діяльності.

Інший різновид змагальної діяльності каратистів – виконання формальних комплексів (ката). Під час виконання ката середнє значення ЧСС у каратистів сягає величин від 160 до 180 уд./хв, або 90 % від ЧСС_{макс} [25, 40, 41, 42]. Наявні дослідження, автори яких [40] указують на відмінності в середніх величинах ЧСС під час виконання різних ката. Зокрема, вищих значень досягали під час виконання Gojushi Ho, Cha-K та Heiku, найменших – під час виконання Paiku. Водночас аналіз даних вказує на те, що величини коливань дещо нівелюють відмінність значень ЧСС, отриманих під час виконання різних ката. Максимальні значення частоти серцевих скорочень під час виконання ката сягали 180–185 уд./хв. Рівень молочної кислоти в крові каратистів після виконання ката, за даними більшості авторів, становить 4,5–8,3 ммоль/л (в окремих випадках – 1,2–1,4 ммоль/л). Під час виконання ката найменшу величину спостерігали після Paiku – 4,5 ммоль/л, збільшення досягає 3,9–6,5 ммоль/л [34, 35, 37, 40, 43, 44] (табл. 4).

Таблиця 4

**Вміст молочної кислоти в крові каратистів високої кваліфікації
(еліта / чорний пояс) після виконання ката**

| Назва ката | Тривалість ката | Стать учасників | Країна | Рівень молочної кислоти, ммоль/л | Автор дослідження |
|--|-----------------|-----------------|------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Paiku, Suparinapei, Gojushi Ho, Chatanyara Kushanku, Nipaipo | -- | ж | Словаччина | 4,5 4,9 5,7 8,3 4,8 | D. Augustovičová et al.[40] |
| Heian Nidan (Shotokan style) | 32/63 с | ч | Німеччина | 4,6/4,5 | J. Bussweiler & U. Hartmann [43] |
| Unsu kata (Shotokan style) | 138 с | ч | Італія | +6,5 | C. Doria et al. [35] |
| Hanan kata (Shito-ryu style) | 158 с | ж | Італія | +3,9 | |
| -- | -- | -- | -- | 8,8 | R. Arriaza [37] |
| Various kata levels | 20 хв | ч | Японія | 1,4 | H. Imamura et al. [21] |
| Various kata levels | 20 хв | ж | Японія | 1,2 | H. Imamura et al. [44] |
| Seisan kata (Shito-Ryu style) швидке / стандартне виконання | 8–10 хв | | | 0,75/1,43 | E. Zehr & D. Sale [41] |

Треба зазначити, що в дослідженнях різних авторів значно відрізнялися умови виконання ката (тривалість виконання, різновиди ката тощо), національність і рівень кваліфікації атлетів. Проте зауважимо, що найнижчі рівні нагромадження молочної кислоти після виконання різноманітних ката упродовж 20 хвилин виявлено в японських каратистів рівня чорного пояса. Отримані в цих дослідженнях величини сягають лише 1,4 ммоль/л, що незначно перевищує належні показники в стані фізіологічного спокою. Отже, можна підсумувати, що виконання ката супроводжується меншими змінами ЧСС і меншими рівнями акумуляції молочної кислоти в крові спортсменів, як порівняти з куміте. Однією з причин цього може бути використання під час формальних комплексів спеціальних технік дихання, що неможливо під час куміте.

Високі середні й максимальні значення ЧСС і значна акумуляція молочної кислоти після завершення змагальних дій у карате дають змогу припустити значну роль анаеробних джерел енергозабезпечення в підтриманні потрібної для досягнення високого результату інтенсивності м'язових скорочень. Водночас, оскільки окремі автори (див. вище) показали, що період високої інтенсивності рухових дій відносно короткий, очевидно, що під час поєдинку чи виконання ката важливого значення набувають швидкі процеси відновлення, яке здійснюють аеробні системи ресинтезу АТФ.

Отже, об'єктом нашого наступного аналізу було визначення відносної ролі різних джерел енергозабезпечення у виконанні змагальної діяльності каратистів. На жаль, у науковій літературі виявлено лише обмежену кількість публікацій, автори яких досліджували відносний внесок різних джерел енергозабезпечення у виконання ката й куміте [14, 35, 43, 45, 46]. За їхніми даними, аеробний компонент енергозабезпечення куміте становить 74–78 % від загального обсягу енерговитрат. Окремі автори [43] вказують на дещо нижчий відсоток внеску аеробних джерел в енергозабезпечення куміте – до 42 %. Існують дослідження, що вказують на вищий рівень аеробного енергозабезпечення куміте в чоловіків, як порівняти із жінками [35]. Ці дані узгоджуються

з попередньо згаданими спостереженнями про вищу концентрацію лактату в крові спортсменок після завершення поєдинку порівняно зі спортсменами-чоловіками. Поглинання кисню під час куміте сягає середніх величин, близьких до 3,5 л/хв, та максимальних величин, близьких до 4,0 л/хв [35]. Зважаючи на те, що максимальне споживання кисню в каратистів становить від 42 до 61 мл/хв./кг [1, 20, 22, 27, 47, 48], можна вважати показники поглинання кисню під час куміте близькими до максимальних для представників карате. Варто також вказати на те, що існують дані про збільшення внеску аеробних джерел енергозабезпечення у виконання куміте від 76 до 81 % від загальних енерговитрат за умови виконання чотирьох послідовних поєдинків [14]. Такі зміни можна спостерігати у змагальній практиці під час виконання «втішних поєдинків». Це підкреслює важливу роль аеробних джерел енергозабезпечення за умови тривалої змагальної діяльності. Вочевидь, важливим аспектом підготовки спортсменів-каратистів має бути підвищення максимальної потужності аеробного енергозабезпечення для здійснення швидкого й повноцінного відновлення інших джерел енергозабезпечення упродовж коротких періодів відпочинку чи діяльності низької інтенсивності.

Варто зазначити, що під час виконання ката спостерігаються ті самі закономірності використання різних джерел енергозабезпечення, які описані вище для куміте. Зокрема, внесок аеробних джерел залишається більшим, ніж анаеробних, хоча ця різниця зменшується, як порівняти з куміте [35]. Водночас треба зауважити, що публікацій, які стосуються енергозабезпечення ката, у літературі виявлено дуже мало, тому робити остаточні висновки немає змоги.

За даними кількох авторів [14, 35, 43], на другому місці за обсягом енергетичного забезпечення куміте є система креатинфосфокіназного ресинтезу АТФ. Деякі автори вказують, що її внесок у загальне енергозабезпечення куміте становить 14–16 % [14, 35], інші наводять дещо вищий відсоток (до 50 %) [43]. Внески цієї системи в енергозабезпечення куміте каратистів різної статі практично не відрізняються [35]. Та-

кож не виявлено суттєвих змін у відносному внеску анаеробних алактатних джерел в енергозабезпечення під час виконання кількох послідовних поєдинків [14].

Внесок гліколітичного фосфорилування в енергозабезпечення куміте різні автори оцінюють на рівні 6–12 % [14, 35]. Хоча визначені відсотки внеску в їхніх працях можуть дещо відрізнятися, проте всі вони оцінюють порівняльний внесок цієї системи як дещо менший чи аналогічний до внеску креатинфосфокіназної системи ресинтезу АТФ. Цікаво, що в одному з досліджень виявлено послідовне зниження абсолютного й відносного внеску гліколітичного фосфорилування в забезпечення куміте за умови виконання кількох поєдинків поспіль [14]. Установлено, що коли в першому поєдинку на частку гліколітичного фосфорилування припадало 8 % від загальних енергозатрат, то в четвертому поєдинку – дещо менше, 4 %. Обмежена кількість даних не дає змоги підтвердити ці зміни спостереженнями інших авторів, у зв'язку з цим пояснення

та інтерпретації таких змін у межах цього огляду видаються передчасними.

Висновок. Підсумувавши проаналізовані дані, можна стверджувати, що за даними більшості авторів роль аеробних систем в енергозабезпеченні ката й куміте дуже значна. Внесок систем лактатного й алактатного анаеробного забезпечення менший і залежить від багатьох чинників. Під час виконання кількох ката або виступів у кількох куміте може відбуватися виснаження передусім анаеробних джерел енергозабезпечення, що зумовить зменшення їхнього внеску в енергозабезпечення. Це вказує на перспективність підвищення ємності анаеробних джерел енергозабезпечення для поліпшення змагальних результатів каратистів. Оцінювання потужності і ємності систем енергозабезпечення каратистів потребує створення адаптованого до умов виконання ката чи куміте тесту або системи тестів, спрямованих на оцінювання аеробних й анаеробних можливостей каратистів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Medicine*, 42(10), 829–843. <https://doi.org/10.2165/11633050-000000000-00000>
2. Вовканич, Л., Богдан, І., & Дунець-Лесько, А. (2019). Морфофізіологічні показники функціональної підготовленості каратистів. *Фізична активність, здоров'я і спорт*, 1(33), 26–37.
3. Milanez, V. F., Spiguel Lima, M. C., Gobatto, C. A., Perandini, L. A., Nakamura, F. Y., & Ribeiro, L. F. P. (2011). Correlates of session-rate of perceived exertion (RPE) in a karate training session. *Science & Sports*, 26(1), 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2010.03.009>
4. Milanez, V. F., Dantas, J.L., Christofaro D. G., & Fernandes R. A. (2012). Heart rate response during a karate training session. *Rev Bras Med Esporte*, 18(1), 42–45.
5. Milanez, V. F., & Pedro, R. E. (2012). Application of different load quantification methods during a karate training session. *Rev Bras Med Esporte*, 18(4), 278–282.
6. She, J., Nakamura, H., Makino, K., Ohyama, Y., & Hashimoto, H. (2014). Selection of suitable maximum-heart-rate formulas for use with Karvonen formula to calculate exercise intensity. *International Journal of Automation and Computing*, 12(1), 62–69. <https://doi.org/10.1007/s11633-014-0824-3>
7. Janssen, P. (1987). *Training Lactate Pulse-Rate*. Polar Electro.
8. Allen, H., R Coggan, A., & McGregor, S. (2019). *Training and Racing with a Power Meter*. VeloPress.
9. Friel, J. (2009). *The triathlete's training bible* (3^d edition). VeloPress.
10. *BACKGROUND INFORMATION*. (б. д.). Support | Polar Global. https://support.polar.com/e_manuals/RS_800CX/Polar_RS_800CX_user_manual_English/ch11.html
11. Nes, B. M., Janszky, I., Wisløff, U., Støylen, A., & Karlsen, T. (2012). Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT Fitness Study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(6), 697–704. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01445.x>
12. Contributors to Wikimedia projects. (2003). *Heart rate - Wikipedia*. Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Heart_rate#Haskell_&_Fox
13. Robergs R, Landwehr R (2002). "The Surprising History of the 'HRmax=220-age' Equation". *Journal of Exercise Physiology*. 5 (2): 1–10.
14. Beneke, R., Beyer, T., Jachner, C., Erasmus, J., & Hütler, M. (2004). Energetics of karate kumite. *Euro-*

- pean journal of applied physiology, 92(4–5), 518–523. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1073-x>
15. Iide, K., Imamura, H., Yoshimura, Y., Yamashita, A., Miyahara, K., Miyamoto, N., & Moriwaki, C. (2008). Physiological Responses of Simulated Karate Sparring Matches in Young Men and Boys. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 839–844. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31816a5af6>
 16. Chaabène, H., Franchini, E., Miarka, B., Selmi, M. A., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2014). Time–Motion Analysis and Physiological Responses to Karate Official Combat Sessions: Is There a Difference Between Winners and Defeated Karatekas? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 302–308. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2012-0353>
 17. Tabben, M., Coquart, J., Chaabène, H., Franchini, E., Ghou, N., & Tourny, C. (2014). Time–motion, tactical and technical analysis in top–level karatekas according to gender, match outcome and weight categories. *Journal of Sports Sciences*, 33(8), 841–849. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.965192>
 18. Chaabène, H., Mkaouer, B., Franchini, E., Souissi, N., Selmi, M. A., Nagra, Y., & Chamari, K. (2013). Physiological Responses and Performance Analysis Difference between Official and Simulated Karate Combat Conditions. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(1), 21–9 <https://doi.org/10.5812/asjasm.34228>
 19. Tabben, M., Miarka, B., Chamari, K., & Beneke, R. (2018). Decisive Moment: A Metric to Determine Success in Elite Karate Bouts. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(8), 1000–1004. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0526>
 20. Вовканич, Л., Дунець–Лесько, А., & Богдан, І. (2011). Аеробні та анаеробні можливості і рівень спеціальної підготовленості спортсменів–каратистів. *Молода спортивна наука України: Зб. наук. пр. з галузі фіз. культури та спорту*, 1(15), 80–86.
 21. Imamura, H., Yoshimura, Y., Nishimura, S., Nakazawa, A. T., Nishimura, C., & Shiota, T. (1999). Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate responses during and following karate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(2), 342–347. <https://doi.org/10.1097/00005768-199902000-00019>
 22. Zaborski, B., Šakiri, K., Đukanović, N., & Kostovski, Ž. (2016). Changes in the Physiological Processes During Training and Official Competitions in Young Karate Athletes / Promjene u fiziološkim procesima za vrijeme treninga i zvaničnih takmičenja kod mladih karatista. *Спортске науке и здравље – АПЕИРОН*, 10(2). <https://doi.org/10.7251/ssh1502105z>
 23. Bok, D., Jukić, N., & Foster, C. (2022). Validation of session ratings of perceived exertion for quantifying training load in karate kata sessions. *Biology of Sport*. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2022.109458>
 24. Herrera–Valenzuela, T., Ibieta, C., Mauricio Saez, F., Saez–Madain, P., Lopez, J. C., Verdugo, F., Ramirez–Campillo, R., Valdes–Badilla, P., Pardo, C., Franchini, E., & Orihuela, P. (2019). Physiological responses of elite karate athletes during simulated competition. *IDO MOVEMENT FOR CULTURE. Journal of Martial Arts Anthropology*, 19(4), 45–50.
 25. Vujkov, S., Julio, C. – G., Zeljko, K., Drid, P., & Ostojic, S. M. (2015). Physiological responses the organism of karate athletes specialists of kata and kumite during simulated competition. *Archives of Budo*, 11, 365–370.
 26. Vujkov, S., Krneta, Z., Drid, P., Ostojic, S.M., & Calleja–González, J. (2015). Physiological responses the organism of karate athletes specialists of kata and kumite during simulated competition. *ARCH BUDO*, 11
 27. Moulongo, J. G. A., Moussoki, J. M., Massamba, E. L. S., Kitanga, F. N. M., Tchissambou, B. P., Babela, J. R. M., & Massamba, A. (2020). Recovery capacity, haemodynamic and blood lactate changes during training and competition in elite congolese karate athletes. *World Journal of Cardiovascular Diseases*, 10(05), 257–273. <https://doi.org/10.4236/wjcd.2020.105024>
 28. Le Roux, E., Coetzee, F., Schall, R., & Van Rensburg, C. (2016). Physiological demands of simulated elite Karate kumite matches. *African Journal for Physical Activity and Health Sciences*, 22(2:3), 833–852.
 29. Tabben, M., Sioud, R., Haddad, M., Franchini, E., Chaouachi, A., Coquart, J., Chaabane, H., Chamari, K., & Tourny–Chollet, C. (2013). Physiological and Perceived Exertion Responses during International Karate Kumite Competition. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(4). <https://doi.org/10.5812/asjasm.34246>
 30. Tabben, M., Chaabane, H., Franchini, E., Tourny, C., Chamari, K., & Coquart, J. (2014). The influence of karate practice level and sex on physiological and perceptual responses in three modern karate training modalities. *Biology of Sport*, 31(3), 201–207. <https://doi.org/10.5604/20831862.1111438>
 31. Coco, M., Buscemi, A., Guerrero, C. S., Di Corrado, D., Cavallari, P., Zappalà, A., Di Nuovo, S., Parenti, R., Maci, T., Razza, G., Petralia, M. C., Perciavalle, V., & Perciavalle, V. (2020). Effects of a bout of intense exercise on some executive functions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 898. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030898>
 32. Coco, M., Buscemi, A., Ramaci, T., Tusak, M., Corrado, D. D., Perciavalle, V., Maugeri, G., Perciavalle, V., & Musumeci, G. (2020). Influences of Blood Lactate Levels on Cognitive Domains and Physical Health during a Sports Stress. Brief Review. *International journal of environmental research and public health*, 17(23), 9043. <https://doi.org/10.3390/ijerph17239043>
 33. de Lima, E. V., Tortoza, C., da Rosa, L. C. L., & Lopes–Martins, R. A. B. (2004). Study of the correlation between the velocity of motor reaction and blood lactate in different times of combat in judo. *Rev Bras Med Esporte*, 10(5), 344–348.
 34. Chaabène, H., Franchini, E., Sterkowicz, S., Tabben, M., Hachana, Y., & Chamari, K. (2015). Physiological responses to karate specific activities. *Science & Sports*, 30(4), 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2015.03.002>
 35. Doria, C., Veicsteinas, A., Limonta, E., Maggioni, M. A., Aschieri, P., Eusebi, F., Fanò, G., & Pietrangelo, T. (2009). Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top–level athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 107(5), 603–610. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1154-y>

36. Roschel, H., Batista, M., Monteiro, R., Bertuzzi, R. C., Barroso, R., Loturco, I., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., & Franchini, E. (2009). Association between neuromuscular tests and kumite performance on the brazilian karate national team. *Journal of sports science & medicine*, 8(CSSI3), 20–24.
37. Arriaza, R. (2009). Karate. *Combat sports medicine*, 287–297.
38. Chaabène, H., Mkaouer, B., Franchini, E., Souissi, N., Selmi, M. A., Nagra, Y., & Chamari, K. (2013). Physiological Responses and Performance Analysis Difference between Official and Simulated Karate Combat Conditions. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(1). <https://doi.org/10.5812/asjms.34228>
39. Chaabène, H., Franchini, E., Miarka, B., Selmi, M. A., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2014). Time–Motion Analysis and Physiological Responses to Karate Official Combat Sessions: Is There a Difference Between Winners and Defeated Karatekas? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 302–308. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2012-0353>
40. Augustovičová, D., Hadža, R., Štyriak, R. & Barinec, P. (2021). Physiological Response to Different Kata Performances. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianaе*, 61(1) 14–23. <https://doi.org/10.2478/afepuc-2021-0002>
41. Zehr, E., & Sale, D. (1993). Oxygen uptake, heartrate and blood lactate responses to the chito-ryu seisan kata in skilled karate practitioners. *International Journal of Sports Medicine*, 14(05), 269–274. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1021176>
42. Penov, R., Petrov, P., & Kolimechkov, S. (2020). Changes in heart rate and blood lactate concentration during karate kata competition. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 24(3), 137–142. <https://doi.org/10.15561/26649837.2020.0306>
43. Bussweiler, J., & Hartmann, U. (2012). Energetics of basic karate kata. *European Journal of Applied Physiology*, 112(12), 3991–3996. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2383-z>
44. Imamura, H., Yoshimura, Y., Nishimura, S., Nakazawa, A. T., Teshima, K., Nishimura, C., & Miyamoto, N. (2002). Physiological responses during and following karate training in women. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 42(4), 431–437.
45. Franchini, E. (2023). Energy system contributions during olympic combat sports: A narrative review. *Metabolites*, 13(2), 297. <https://doi.org/10.3390/metabo13020297>
46. Lassalvia, C., Julio, U. F., & Franchini, E. (2022). Physiological Responses During Karate Kata in Practitioners and Athletes: A Scoping Review. *Strength & Conditioning Journal, Publish Ahead of Print*. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000706>
47. Ravier, G., Dugué, B., Grappe, F., & Rouillon, J. D. (2009). Impressive anaerobic adaptations in elite karate athletes due to few intensive intermittent sessions added to regular karate training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(5), 687–694. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00807.x>
48. Kordi, R., Maffulli, N., Wroble, R. R., & Wallace, W. A. (2009). *Combat sports medicine*. Springer.
49. References
50. Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012a). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Medicine*, 42(10), 829–843. <https://doi.org/10.2165/11633050-000000000-00000>
51. Vovkanych, L., Bohdan, I., & Dunets-Lesko, A. (2019). Morphological and physiological indices of the fitness level of karate athletes. *Physical activity, health and sport*, 1(33), 26–37.
52. Milanez, V. F., Spiguel Lima, M. C., Gobatto, C. A., Perandini, L. A., Nakamura, F. Y., & Ribeiro, L. F. P. (2011). Correlates of session–rate of perceived exertion (RPE) in a karate training session. *Science & Sports*, 26(1), 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2010.03.009>
53. Milanez, V. F., Dantas, J.L., Christofaro D. G., & Fernandes R. A. (2012). Heart rate response during a karate training session. *Rev Bras Med Esporte*, 18(1), 42–45.
54. Milanez, V. F., & Pedro, R. E. (2012). Application of different load quantification methods during a karate training session. *Rev Bras Med Esporte*, 18(4), 278–282.
55. She, J., Nakamura, H., Makino, K., Ohyama, Y., & Hashimoto, H. (2014). Selection of suitable maximum–heart–rate formulas for use with Karvonen formula to calculate exercise intensity. *International Journal of Automation and Computing*, 12(1), 62–69. <https://doi.org/10.1007/s11633-014-0824-3>
56. Janssen, P. (1987). *Training Lactate Pulse–Rate*. Polar Electro.
57. Allen, H., R Coggan, A., & McGregor, S. (2019). Training and Racing with a Power Meter. VeloPress.
58. Friel, J. (2009). *The triathlete's training bible* (3–те вид.). VeloPress.
59. BACKGROUND INFORMATION. (6. д.). Support | Polar Global. https://support.polar.com/e_manuals/RS_800CX/Polar_RS_800CX_user_manual_English/ch11.html
60. Nes, B. M., Janszky, I., Wisløff, U., Støylen, A., & Karlsen, T. (2012). Age–predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT Fitness Study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(6), 697–704. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01445.x>
61. Contributors to Wikimedia projects. (2003, 26 серпня). *Heart rate* – Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Heart_rate#Haskell_&_Fox
62. Robergs R, Landwehr R (2002). “The Surprising History of the ‘HRmax=220–age’ Equation”. *Journal of Exercise Physiology*. 5 (2): 1–10.
63. Beneke, R., Beyer, T., Jachner, C., Erasmus, J., & Hütler, M. (2004). Energetics of karate kumite. *European journal of applied physiology*, 92(4–5), 518–523. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1073-x>
64. Iide, K., Imamura, H., Yoshimura, Y., Yamashita, A., Miyahara, K., Miyamoto, N., & Moriwaki, C. (2008).

- Physiological Responses of Simulated Karate Sparring Matches in Young Men and Boys. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 839–844. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31816a5af6>
65. Chaabène, H., Franchini, E., Miarka, B., Selmi, M. A., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2014). Time–Motion Analysis and Physiological Responses to Karate Official Combat Sessions: Is There a Difference Between Winners and Defeated Karatekas? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 302–308. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2012-0353>
 66. Tabben, M., Coquart, J., Chaabène, H., Franchini, E., Ghoul, N., & Tourny, C. (2014). Time–motion, tactical and technical analysis in top–level karatekas according to gender, match outcome and weight categories. *Journal of Sports Sciences*, 33(8), 841–849. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.965192>
 67. Chaabène, H., Mkaouer, B., Franchini, E., Souissi, N., Selmi, M. A., Nagra, Y., & Chamari, K. (2013b). Physiological Responses and Performance Analysis Difference between Official and Simulated Karate Combat Conditions. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(1), 21–9 <https://doi.org/10.5812/asj-sm.34228>
 68. Tabben, M., Miarka, B., Chamari, K., & Beneke, R. (2018). Decisive Moment: A Metric to Determine Success in Elite Karate Bouts. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(8), 1000–1004. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0526>
 69. Vovkanych, L., Bohdan, I., & Dunets–Lesko, A. (2011). Aerobic and anaerobic abilities and level of special preparation of karate sportsmen. *Young sport science of ukraine*, 1(15), 80–86.
 70. Imamura, H., Yoshimura, Y., Nishimura, S., Nakazawa, A. T., Nishimura, C., & Shirota, T. (1999). Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate responses during and following karate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(2), 342–347. <https://doi.org/10.1097/00005768-199902000-00019>
 71. Zaborski, B., Šakiri, K., Đukanović, N., & Kostovski, Ž. (2016). Changes in the Physiological Processes During Training and Official Competitions in Young Karate Athletes / Promjene u fiziološkim procesima za vrijeme treninga i zvaničnih takmičenja kod mladih karatista. *Спортске науке и здравље – АПЕИ-РОН*, 10(2). <https://doi.org/10.7251/ssh1502105z>
 72. Bok, D., Jukić, N., & Foster, C. (2022). Validation of session ratings of perceived exertion for quantifying training load in karate kata sessions. *Biology of Sport*. <https://doi.org/10.5114/biol-sport.2022.109458>
 73. Herrera–Valenzuela, T., Ibieta, C., Mauricio Saez, F., Saez–Madain, P., Lopez, J. C., Verdugo, F., Ramirez–Campillo, R., Valdes–Badilla, P., Pardo, C., Franchini, E., & Orihuela, P. (2019). Physiological responses of elite karate athletes during simulated competition. *Ido movement for culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 19(4), 45–50.
 74. Vujkov, S., Julio, C. –G., Zeljko, K., Drid, P., & Ostojic, S. M. (2015). Physiological responses the organism of karate athletes specialists of kata and kumite during simulated competition. *Archives of Budo*, 11, 365–370.
 75. Vujkov, S., Krneta, Z., Drid, P., Ostojic, S.M., & Calleja–González, J. (2015). Physiological responses the organism of karate athletes specialists of kata and kumite during simulated competition. *ARCH BUDO*, 11
 76. Moulongo, J. G. A., Moussoki, J. M., Massamba, E. L. S., Kitanga, F. N. M., Tchissambou, B. P., Babela, J. R. M., & Massamba, A. (2020). Recovery capacity, haemodynamic and blood lactate changes during training and competition in elite congolese karate athletes. *World Journal of Cardiovascular Diseases*, 10(05), 257–273. <https://doi.org/10.4236/wjcd.2020.105024>
 77. Le Roux, E., Coetzee, F., Schall, R., & Van Rensburg, C. (2016). Physiological demands of simulated elite Karate kumite matches. *African Journal for Physical Activity and Health Sciences*, 22(2:3), 833–852.
 78. Tabben, M., Sioud, R., Haddad, M., Franchini, E., Chaouachi, A., Coquart, J., Chaabane, H., Chamari, K., & Tourny–Chollet, C. (2013). Physiological and Perceived Exertion Responses during International Karate Kumite Competition. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(4). <https://doi.org/10.5812/asj-sm.34246>
 79. Tabben, M., Chaabane, H., Franchini, E., Tourny, C., Chamari, K., & Coquart, J. (2014). The influence of karate practice level and sex on physiological and perceptual responses in three modern karate training modalities. *Biology of Sport*, 31(3), 201–207. <https://doi.org/10.5604/20831862.1111438>
 80. Coco, M., Buscemi, A., Guerrero, C. S., Di Corrado, D., Cavallari, P., Zappalà, A., Di Nuovo, S., Parenti, R., Maci, T., Razza, G., Petralia, M. C., Perciavalle, V., & Perciavalle, V. (2020). Effects of a bout of intense exercise on some executive functions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 898. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030898>
 81. Coco, M., Buscemi, A., Ramaci, T., Tusak, M., Corrado, D. D., Perciavalle, V., Maugeri, G., Perciavalle, V., & Musumeci, G. (2020). Influences of Blood Lactate Levels on Cognitive Domains and Physical Health during a Sports Stress. Brief Review. *International journal of environmental research and public health*, 17(23), 9043. <https://doi.org/10.3390/ijerph17239043>
 82. de Lima, E. V., Tortoza, C., da Rosa, L. C. L., & Lopes–Martins, R. A. B. (2004). Study of the correlation between the velocity of motor reaction and blood lactate in different times of combat in judo. *Rev Bras Med Esporte*, 10(5), 344–348.
 83. Chaabène, H., Franchini, E., Sterkowicz, S., Tabben, M., Hachana, Y., & Chamari, K. (2015). Physiological responses to karate specific activities. *Science & Sports*, 30(4), 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2015.03.002>
 84. Doria, C., Veicsteinas, A., Limonta, E., Maggioni, M. A., Aschieri, P., Eusebi, F., Fanò, G., & Pietrangelo, T. (2009). Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top–level athletes. *European Journal*

- of *Applied Physiology*, 107(5), 603–610. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1154-y>
85. Roschel, H., Batista, M., Monteiro, R., Bertuzzi, R. C., Barroso, R., Loturco, I., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., & Franchini, E. (2009). Association between neuromuscular tests and kumite performance on the brazilian karate national team. *Journal of sports science & medicine*, 8(CSSI3), 20–24.
 86. Arriaza, R. (2009). Karate. *Combat sports medicine*, 287–297.
 87. Chaabène, H., Mkaouer, B., Franchini, E., Souissi, N., Selmi, M. A., Nagra, Y., & Chamari, K. (2013a). Physiological Responses and Performance Analysis Difference between Official and Simulated Karate Combat Conditions. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(1). <https://doi.org/10.5812/asjasm.34228>
 88. Chaabène, H., Franchini, E., Miarka, B., Selmi, M. A., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2014). Time–Motion Analysis and Physiological Responses to Karate Official Combat Sessions: Is There a Difference Between Winners and Defeated Karatekas? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 302–308. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2012-0353>
 89. Augustovičová, D., Hadža, R., Štyriak, R. & Barinec, P. (2021). Physiological Response to Different Kata Performances. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 61(1) 14–23. <https://doi.org/10.2478/afepuc-2021-0002>
 90. Zehr, E., & Sale, D. (1993). Oxygen uptake, heartrate and blood lactate responses to the chito-ryu seisan kata in skilled karate practitioners. *International Journal of Sports Medicine*, 14(05), 269–274. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1021176>
 91. Penov, R., Petrov, P., & Kolimechkov, S. (2020). Changes in heart rate and blood lactate concentration during karate kata competition. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 24(3), 137–142. <https://doi.org/10.15561/26649837.2020.0306>
 92. Bussweiler, J., & Hartmann, U. (2012). Energetics of basic karate kata. *European Journal of Applied Physiology*, 112(12), 3991–3996. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2383-z>
 93. Imamura, H., Yoshimura, Y., Nishimura, S., Nakazawa, A. T., Teshima, K., Nishimura, C., & Miyamoto, N. (2002). Physiological responses during and following karate training in women. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 42(4), 431–437.
 94. Franchini, E. (2023). Energy system contributions during olympic combat sports: A narrative review. *Metabolites*, 13(2), 297. <https://doi.org/10.3390/metabo13020297>
 95. Lassalvia, C., Julio, U. F., & Franchini, E. (2022). Physiological Responses During Karate Kata in Practitioners and Athletes: A Scoping Review. *Strength & Conditioning Journal, Publish Ahead of Print*. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000706>
 96. Ravier, G., Dugué, B., Grappe, F., & Rouillon, J. D. (2009). Impressive anaerobic adaptations in elite karate athletes due to few intensive intermittent sessions added to regular karate training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(5), 687–694. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00807.x>
 97. Kordi, R., Maffulli, N., Wroble, R. R., & Wallace, W. A. (2009). *Combat sports medicine*. Springer.

Стаття надійшла до редколегії 26.04.2024.
Прийнята до друку 3.07.2024.
Підписана до друку 5.07.2024.

Любомир Вовканич
ORCID iD: 0000-0002-6642-6368
lsvovkanych@gmail.com
Ігор Богдан
ORCID iD: 0000-0002-5364-3291
bohdanigor68@gmail.com
Антоніна Дунець-Лесько
ORCID iD: 0000-0002-0512-7989
tonia_d@ukr.net