

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ, МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ
ТА ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL, MEDICAL, BIOLOGICAL
AND PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF QUALIFIED SPORTSMEN PREPARATION

УДК 577.352.5:796.853.26

АМЛІТУДНО-ЧАСТОТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОЇ ЕЛЕКТРОМІОГРАМИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ СТІЙОК У КАРАТЕ

Любомир **ВОВКАНИЧ**¹, Богдан **КІНДЗЕР**², Марія **ФЕДЬКІВ**³

^{1,2}Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського,
м. Львів, Україна,

³Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна,
e-mail: ¹Isvovkanych@gmail.com, ²bogdankindzer@ukr.net,
ORCID: ¹0000-0002-6642-6368, ²0000-0002-7503-4892

Анотація. Удосконалення техніки виконання спортивних вправ вимагає детального аналізу активності м'язів, спрямованого на формування оптимальної моделі регуляції рухової активності. Вивчення електричної активності певних м'язів спортсменів дає змогу описати їхню роль у здійсненні рухів чи підтриманні положення тіла. Метою нашого дослідження було вивчити особливості електричної активності певних м'язів спортсменів-каратистів під час виконання стандартних стійок кіокушинкай карате (дачі ваза, dachi waza). У дослідженні взяли участь 16 висококваліфікованих каратистів (I дан), віком 18–25 років, досвід занять карате – 12–17 років. Інтерференційну електроміограму (ІЕМГ) реєстрували під час виконання базових стійок Фудо дачі та Зенкутсу дачі для таких м'язів: великого сідничного м'яза, прямого м'яза стегна, двоголового м'яза стегна, пісуюхжилкового м'яза, литкового м'яза (бічна головка), переднього великогомілкового м'яза. У стійці Фудо дачі середня амплітуда та середня частота ІЕМГ низькі (до 38 % від максимуму), не виявлено право-лівосторонньої асиметрії показників ІЕМГ. Виявлені невеликі рівні активності м'язів нижніх кінцівок та симетричність активації м'язів правої та лівої сторони тіла повністю відповідають опису виконання стійки. Дещо неочікуваною виявилася порівняно висока електрична активність певних згиначів гомілки (21–23 % від максимуму) та стопи (24–26 %). Стійка Зенкутсу дачі характеризувалася вищою (до 45 % від максимуму) середньою амплітудою ІЕМГ певних м'язів ніг каратистів, зокрема правого переднього великогомілкового м'яза та правого й лівого прямих м'язів стегна. Виявлено вищі показники ІЕМГ розгиначів стегна, згиначів гомілки та розгиначів стопи, а також нижчу електричну активність згиначів стопи правої ноги спортсмена порівняно з лівою ($p < 0,05$). Отримані показники ІЕМГ в основному узгоджуються з описом виконання стійки. Значна (41 % від максимуму) електрична активність розгинача гомілки винесеної вперед ноги вказує на високе напруження м'язів, зумовлене значним навантаженням. Намагання спортсменів утримувати розташовану позаду ногу максимально випрямленою зумовлює активацію як розгиначів (41 % від максимуму), так і згиначів (25–33 %) гомілки. Порівняно високий рівень напруження м'язів розміщеної позаду ноги можна розглядати як певне порушення техніки виконання вправи. Аналіз ІЕМГ дає змогу припустити, що під час виконання стійок спостерігають переважання частотного механізму посилення м'язових скорочень над явищем рекрутування рухових одиниць.

Ключові слова: кіокушинкай карате, Фудо дачі, Зенкутсу дачі.

AMPLITUDE AND FREQUENCY FEATURES OF THE SURFACE ELECTROMIOGRAMME IN KARATE STANCES

Lyubomyr VOVKANYCH¹, Bogdan KINDZER, Marija FEDKIV³

^{1,2}Lviv State University of Physical Culture named after Ivan Boberskyj,
Lviv, Ukraine,

³Lviv National University named after Ivan Franko,
Lviv, Ukraine,

e-mail: ¹lsvovkanych@gmail.com, ²bogdankindzer@ukr.net,
ORCID: ¹0000-0002-6642-6368, ²0000-0002-7503-4892

Abstract. Improvement of the athlete's performance of exercises requires a detailed analysis of muscle activity, aimed at achievement of the optimal model of motor activity regulation. The study of the electrical activity of separate athlete's muscles makes it possible to describe their role in performance of movements or maintaining of stances. The aim of our study was to examine the features of the electrical activity of some muscles of karate athletes during the standard Kyokushin Karate stances (Dachi Waza). The study involved 16 highly qualified karatekas (I Dan), aged 18–25 years, with training experience of 12–17 years. Surface electromyogram (sEMG) was recorded during the basic Fudo dachi and Zenkutsu dachi stances for the following muscles: m. gluteus maximus, m. rectus femoris, m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. gasterocnemius (caput lateralis), m. tibialis anterior. In the Fudo dachi, the mean amplitude and mean sEMG frequency are low (up to 38 % of the maximum), and no right-left asymmetry of sEMG parameters was detected. The low levels of the activity of the muscles of lower extremities, along with the symmetry of the activity of muscles from right and left body sides, is found to be in good agreement with the description of the performance of the stand. However, the relatively high electrical activity of some leg (21–23 % of the maximum) and foot (24–26 %) flexors is somewhat unexpected. In Zenkutsu dachi the higher (up to 45 % of maximum) mean sEMG amplitude of some karateka's leg muscles, including m. tibialis anterior d. and m. rectus femoris d. et s have been found. For the right extremity, the higher indexes of sEMG are found for of hip extensors, leg flexors and foot extensors, and the lower – for the foot flexors ($P < 0.05$), as compared to the left one. The obtained sEMG indicators are mainly consistent with the description of features of the stance performance. Thus, significant (41 % of maximum) level of the electrical activity of leg extensor of the front leg indicates a high muscle tension due to a significant load. Although, the athletes' attempts to keep the back leg as straight as possible cause the activation of both extensors (41 % of the maximum) and flexors (25–33 %) of the leg. Relatively high level of the muscle tension of back leg can be considered as a certain deviation from correct technique of the stance performance. The sEMG analysis suggests that there is a predominance of the frequency mechanism of increasing the strength of muscles contraction during the stance performance over the recruitment of motor units.

Keywords: Kyokushin Karate, Fudo dachi, Zenkutsu dachi.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Сьогодні тривають численні дослідження, спрямовані на вдосконалення техніки виконання змагальних вправ у карате. Одними із сучасних напрямів є біомеханічний [4, 12] та електроміографічний аналіз вправ [10, 13]. За допомогою біомеханічного аналізу дослідники намагаються створити зовнішню модель рухів, водночас як електроміографічний аналіз дає змогу створити внутрішню модель, пов'язану з активацією окремих м'язів спортсменів під час виконання змагальних вправ. Попри значну кількість публікацій, присвячених аналізу ударних вправ у карате [4, 5, 11, 12], значно менше уваги

приділяють вивченню стійок. Водночас у базовій підготовці чітко закладено вимоги щодо правильності виконання стійок, оскільки за умови їхнього неправильного виконання атаквальні і захисні прийоми стають неефективними [15]. Окрім того, деякі автори [1, 15] вказують на можливе виникнення травм, зокрема колінних суглобів, у разі неправильного виконання стійок. Електроміографічний аналіз стійок допоможе визначити модельні характеристики активності м'язів під час їхнього виконання та усунути можливі помилки, наслідком яких може стати погіршення техніки виконання вправ, швидкий розвиток втоми чи навіть погіршення здоров'я спортсменів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми, виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячено статтю. У сучасній літературі значну увагу приділяють вивченню переміщення певних ланок тіла з паралельною реєстрацією електричної активності м'язів каратистів [4, 5, 6, 11, 13]. Наявні публікації, присвячені аналізу ударних технік, зокрема Маваші Гері [11], Гяку Цукі [5, 10], Хіза Маваші Гері [5], Джунцукі [4], а також ката [6] каратистів. Порівнюючи показники досвідчених спортсменів та новачків [7, 8, 12], дослідники намагаються описати механізми вдосконалення рухових навичок в ударних одноборствах. Відомі спроби описати модельні характеристики змін електричної активності м'язів, що забезпечують оптимальні параметри виконання рухів. Значно меншу увагу приділяють аналізу виконання стійок, хоча Масатоши Накаяма [14] зазначає, що «сильні, тверді, правильні та відмінно виконані прийоми виконуються лише на основі міцної і стійкої позиції (стійки)». На думку цього автора, за відсутності достатньої рівноваги і стійкості атаквальні та захисні прийоми стають неефективними. Під час опису техніки виконання стійок значну увагу приділяють не лише положенню кінцівок, зокрема ніг, але й напруженню м'язів. Зокрема, під час опису стійки Зенкутсу дачі автор [14] зазначає, що є важливі відмінності між підготовчою стійкою для застосування прийому і тієї ж стійкою в момент проведення прийому. У першому випадку коліно передньої ноги має бути зігнуте, м'язи стегна і литок обох ніг розслаблені, однак у момент проведення прийому м'язи ніг повинні напружитися. Важливе значення має також розподіл ваги тіла під час утримання стійок. Наприклад, під час виконання стійки Зенкутсу дачі на ногу, розташовану попереду, повинно припадати 60%, а на розміщену позаду ногу – 40% ваги тіла [15].

За правильного виконання стійки Фудо дачі навантаження на обидві ноги симетричне (рис. 1).

Відомі дослідження, у яких проаналізовано розподіл ваги під час виконання стійок [16] або переміщення центру маси тіла під час виконання каратистами вправ [8]. Проте нам не вдалося виявити дослідження, у яких проаналізовано напруження м'язів каратиста у різних стійках. Непрямим індикатором напруження м'язів може слугувати їхня електрична активність [9]. Через це ми провели дослідження, спрямоване на виявлення рівня електричної активності скелетних м'язів нижніх кінцівок каратистів під час виконання ними базових стійок (Фудо дачі та Зенкутсу дачі).

Мета нашого дослідження – вивчити особливості електричної активності окремих м'язів спортсменів-каратистів під час виконання базових стійок у кіокушинкай карате. **Завданням було** дослідити амплітудні та частотні характеристики інтерференційної електроміограми м'язів нижніх кінцівок під час виконання стійок Фудо дачі та Зенкутсу дачі, які є базовими елементами для низки технічних прийомів (удари, блоки тощо).

Зв'язок роботи з науковими темами та планами. Роботу виконано у межах теми 2.6. «Індивідуалізація підготовки спортсменів-одноборців на етапах багаторічного удосконалення» Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури та спорту на 2016–2020 рр.

Методи та організація дослідження. У дослідженні взяли участь 16 каратистів високої спортивної кваліфікації (I дан), віком 18–25 років, досвід занять карате – 12–17 років. Усі учасники надали інформовану згоду на участь у дослідженні. Дослідження відповідали встановленим стандартам Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964–2008 рр.). Експерименти прово-

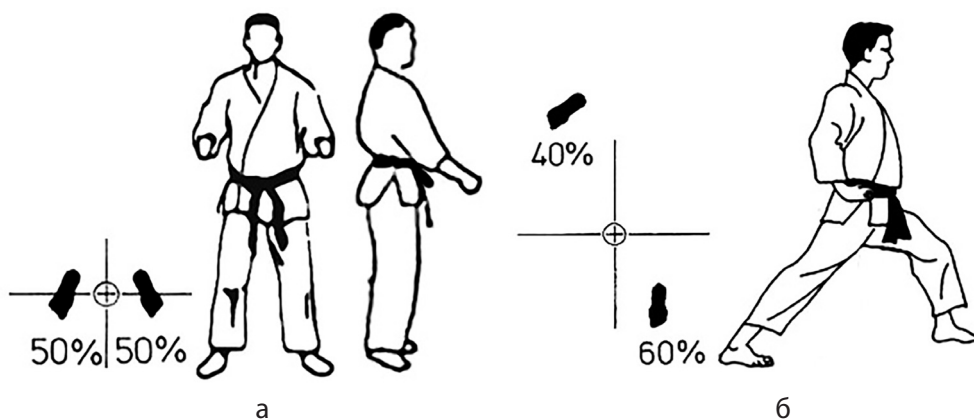


Рис. 1. Положення тіла каратиста та розподіл ваги тіла під час правильного виконання стійки Фудо дачі (а) та Зенкутсу дачі (б)

дили у науковій лабораторії кафедри анатомії та фізіології Львівського державного університету фізичної культури імені Івана Боберського.

Реєстрацію електроміограми виконували за допомогою електроміографа «Нейро–МВП–Микро» (ООО «Нейрософт», Російська Федерація) згідно зі стандартними вимогами [3, 9] (рис. 2). Під час запису інтерференційної електроміограми (ІЕМГ) використовували одноразові аргентум-хлорні електроди, реєструвальний електрод розташовували на шкірі досліджуваного над ділянками локалізації моторної точки відповідних м'язів [2]. Відстань між електродами становила 2 см. Реєстрували електричну активність м'язів нижніх кінцівок правої та лівої сторони тіла: великого сідничного м'яза, прямого м'яза стегна, двоголового м'яза стегна, півсухожилкового м'яза, литкового м'яза (бічна головка), переднього великогомілкового м'яза.

Аналіз ІЕМГ виконували за допомогою програмного забезпечення «Нейро–МВП.NET» (версія 3.01.29.0). Визначали середню амплітуду (мкВ), середню частоту (Гц) ІЕМГ [2, 9]. Для нормалізації ІЕМГ спершу реєстрували електричну активність в умовах максимального довільного скорочення м'язів кожного досліджуваного. Отримані амплітудні та частотні характеристики ІЕМГ приймали за 100%. Надалі визначали показники ІЕМГ під час виконання досліджуваним стійок Фудо дачі та Зенкутсу дачі (права нога розміщена спереду).

Отримані величини амплітудних та частотних показників ІЕМГ під час виконання стійок описували у відсотках від отриманих за умов максимального довільного скорочення.

Отримані показники аналізували загальноприйнятими методами описової статистики з використанням математичних і статистичних функцій програми Microsoft Office Excel 2010.

Виклад основного матеріалу. Аналіз електричної активності м'язів нижніх кінцівок каратистів під час виконання ними стійки Фудо дачі виявив, що середня амплітуда та середня частота ІЕМГ невисокі. Обидва показник не перевищують 38% від максимального рівня (див. рис. 2).

Низький рівень електричної активності м'язів можна пояснити тим, що стійку Фудо дачі переважно використовують для відпочинку між вправами або для очікування наступних команд.

Найнижчий рівень електричної активності був виявлений для великого сідничного м'яза (близько 8% від максимального). Найвищу електричну активність спостерігали у м'язах гомілки – литковому м'язі (бічна головка) та передньому великогомілковому м'язі. Середня амплітуда ІЕМГ литкового м'яза (бічна головка) досягала 37–38% від максимальної, а середня частота – 28–29%. Середня амплітуда ІЕМГ м'язів передньої групи гомілки була дещо нижчою (24–26%), хоча середня частота ІЕМГ виявилася досить значною (29–35%). Можна припустити, що відсоток активних рухових одиниць у м'язах задньої поверхні гомілки був вищим, що пов'язано з необхідністю підтримання вертикального положення тіла. Водночас достатнього рівня напруження м'язів передньої групи гомілки досягли більшою мірою завдяки підвищенню частоти імпульсації мотонейронів.

Підтримання вертикальної пози тіла зумовлює достатньо високий рівень електричної активності

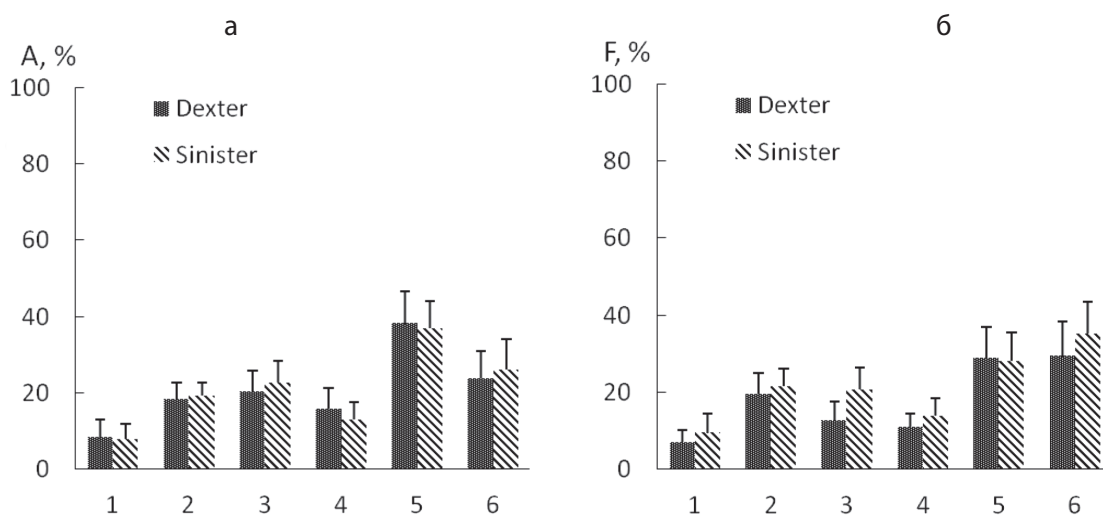


Рис. 2. Середня амплітуда (а) та середня частота (б) ІЕМГ м'язів каратиста під час виконання стійки Фудо дачі.

Показники ІЕМГ вказано у відсотках від максимального рівня для таких м'язів:

- 1 – великий сідничний м'яз; 2 – прямий м'яз стегна; 3 – двоголовий м'яз стегна; 4 – півсухожилковий м'яз; 5 – литковий м'яз (бічна головка); 6 – передній великогомілковий м'яз

розгиначів гомілки, зокрема прямого м'яза стегна (середня амплітуда ІЕМГ – 19%). Проте активність згиначів гомілки також виявилася значною, а для двоголового м'яза стегна – практично такою ж (21–23%), як у прямого м'яза стегна. Є помітною тенденція до вищого рівня електричної активності, а отже, й напруження двоголового м'яза стегна порівняно з півсухожилковим м'язом. Вірогідно, що ці м'язи беруть участь у стабілізації нижньої кінцівки в умовах дещо зігнутого колінного суглоба. Ми не виявили достовірних відмінностей ($p > 0,05$) у показниках середньої амплітуди та середньої частоти ІЕМГ аналогічних м'язів правої та лівої половини тіла спортсменів. Ці відмінності спостерігають для м'язів задньої поверхні стегна, проте вони не досягають статистично значущих величин ($p = 0,15–0,39$). Відсутність відмінностей зумовлена симетричним характером стійки Фудо дачі.

Під час виконання стійки Зенкутсу дачі середня амплітуда ІЕМГ певних м'язів нижніх кінцівок каратистів досягала 41–45% від максимального рівня, а середня частота ІЕМГ – 60% максимальної (рис. 3). Як і у разі активності переднього великогомілкового м'яза під час виконання стійки Фудо дачі, можна припустити переважання частотного механізму посилення м'язових скорочень над явищем рекрутування рухових одиниць.

Найвища амплітуда та частота ІЕМГ зареєстрована для переднього великогомілкового м'яза правої ноги, дещо менша – для прямих м'язів стег-

на обидвох нижніх кінцівок. Амплітуда електричної активності усіх м'язів правої кінцівки, за винятком півсухожилкового м'яза, достовірно ($p < 0,05$) відрізнявся від виявленої під час виконання стійки Фудо дачі. Водночас достовірна ($p < 0,05$) різниця середньої амплітуди ІЕМГ виявлена лише для двох м'язів лівої кінцівки – великого сідничного м'яза та прямого м'яза стегна. Схожу відмінність зауважено для середньої частоти ІЕМГ.

Амплітуда ІЕМГ великого сідничного м'яза, прямого м'яза стегна, двоголового м'яза стегна та переднього великогомілкового м'яза правої кінцівки спортсмена під час виконання стійки Зенкутсу дачі на 50–250% перевищує ($p < 0,05$) аналогічні характеристики м'язів за виконання стійки Фудо дачі.

Найбільші відмінності наявні для великого сідничного м'яза та прямого м'яза стегна. Водночас середня амплітуда ІЕМГ литкового м'яза (бічна головка) під час виконання стійки Зенкутсу дачі досягала лише 50% ($p < 0,05$) від показника у стійці Фудо дачі. Аналогічну закономірність виявлено під час аналізу середньої частоти ІЕМГ. Амплітуда ІЕМГ лівого великого сідничного м'яза та прямого м'яза стегна у стійці Зенкутсу дачі у 2,0–2,5 рази ($p < 0,05$) перевищує аналогічний показник у стійці Фудо дачі, як і частотні показники електричної активності цих м'язів. Отже, можна припустити, що під час виконання стійки Зенкутсу дачі спостерігають значно вищий рівень напру-

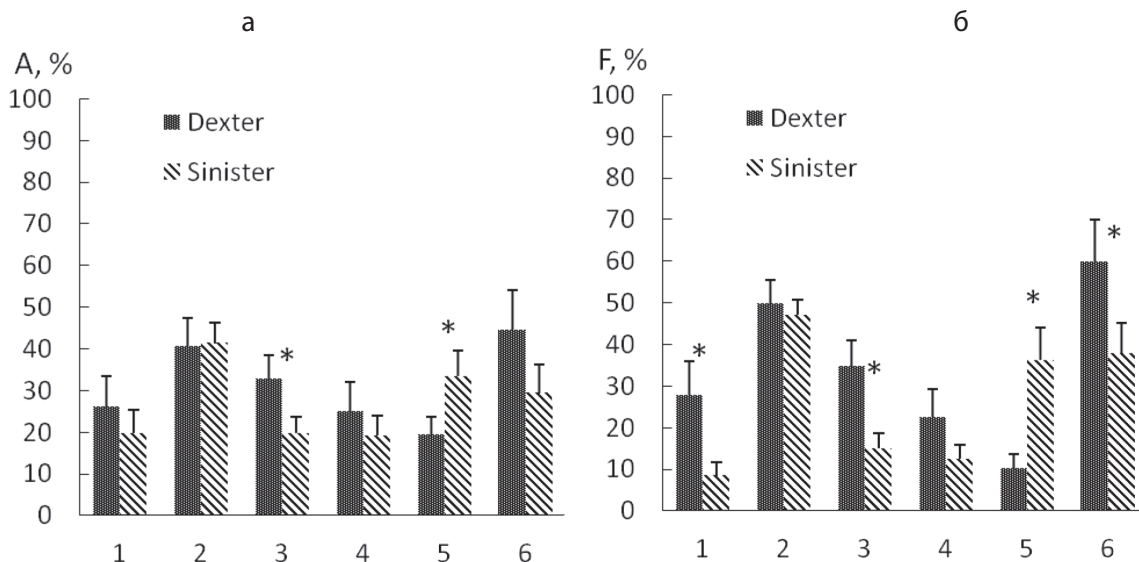


Рис. 3. Середня амплітуда (а) та середня частота (б) ІЕМГ м'язів каратиста під час виконання стійки Зенкутсу дачі.

Показники ІЕМГ вказано у відсотках від максимального рівня для таких м'язів:

- 1 – великий сідничний м'яз; 2 – прямий м'яз стегна; 3 – двоголовий м'яз стегна; 4 – півсухожилковий м'яз; 5 – литковий м'яз (бічна головка); 6 – передній великогомілковий м'яз.

Зірочками (*) позначено достовірну ($p < 0,05$) відмінність між показниками симетричних м'язів правої та лівої кінцівок спортсмена

ження багатьох м'язів правої ноги спортсмена (розгиначів стегна, згиначів та розгиначів гомілки, а також розгиначів стопи) за дещо меншого рівня напруження згиначів стопи. Зростає також рівень напруження розгиначів стегна та гомілки лівої ноги каратиста.

Під час виконання Зенкутсу дачі зафіксовано виразну асиметрію електричної активності м'язів правої та лівої ноги спортсмена. Зокрема, виявлено вищу амплітуду ІЕМГ правого двоголового м'яза стегна ($p < 0,05$) та переднього великогомілкового м'яза (тенденція, $p < 0,10$), та нижчу амплітуду литкового м'яза (бічна головка) ($p < 0,05$). Аналогічні відмінності зауважено для середньої частоти ІЕМГ ($p < 0,05$), хоч за цим показником прояви асиметрії ще більш виражені. Наприклад, середня частота ІЕМГ виявилася вищою для правого великого сідничного м'яза та півсухожилкового м'яза ($p < 0,05$). Отже, у цій стійці, вочевидь, наявне більше напруження розгиначів стегна, згиначів гомілки та розгиначів стопи правої ноги спортсмена. Напруження згиначів стопи правої ноги виявилось дещо нижчим порівняно з лівою.

Аналіз отриманих наукових результатів.

Дані, які ми отримали дають змогу проаналізувати відповідність рівня електричної активності м'язів каратистів, що відображає силу їхнього скорочення, до вимог стосовно виконання стійок. Зокрема, стійку Фудо дачі (стійка готовності) здебільшого використовують в очікуванні вказівок [1, 15]. Невеликі рівні активності м'язів нижніх кінцівок та симетричність активації м'язів правої та лівої сторони тіла, які ми виявили, повністю відповідають опису виконання стійки. Дещо неочікуваною була порівняно висока активність певних згиначів гомілки (21–23 % від максимуму) та стопи (24–26 %). Вірогідним поясненням є намагання спортсменів фіксувати положення колінного та над'яtkово-гомілкового суглоба через напруження м'язів-антагоністів. Цілком імовірно, що така техніка виконання вимагає певної корекції для сповільнення розвитку втоми м'язів за умов тривалого виконання стійки.

Стойка Зенкутсу дачі дає змогу дуже ефективно оборонятися і контратакувати майже в кожному напрямку [1, 15]. Під час виконання стійки 60 % ваги тіла повинно припадати на винесену вперед ногу, дещо зігнуто в коліні та спрямовану вперед

стопою. Розміщена позаду нога має бути прямою, але не напруженою, стопа трохи повернута вбік (під кутом 30–45 градусів залежно від стилю), п'ята притиснута до підлоги [1, 15]. Отримані показники ІЕМГ переважно узгоджуються з описом виконання стійки. Зокрема, значна (41 % від максимуму) амплітуда електричної активності розгинача гомілки винесеної уперед ноги вказує на високий відсоток ваги тіла, що припадає на цю ногу. Намагання спортсменів утримувати розташовану позаду ногу максимально випрямленою веде до значної активації як розгиначів (41 % від максимуму), так і згиначів (25–33 %). Порівняно високий рівень напруження м'язів розміщеної позаду ноги можна пояснити професійною звичкою спортсмена підтримувати високий рівень готовності (на підсвідомому рівні) до виконання швидких дій – завдання ударів ногою, швидкого переміщення та ін. Це можна розглядати як певне незначне порушення техніки виконання вправи, що вимагає корекції з боку тренерів.

Висновки:

1. Виявлено низький рівень середньої амплітуди та частоти ІЕМГ досліджуваних м'язів спортсмена під час виконання стійки Фудо дачі (не більше 38 % від максимального рівня). Підтримання вертикальної пози тіла зумовлює високий рівень електричної активності розгиначів гомілки, а стабілізація колінного суглоба – підвищену активність згиначів гомілки. Право-лівосторонньої асиметрії активності не виявлено.

2. У стійці Зенкутсу дачі середня амплітуда ІЕМГ певних м'язів ніг каратистів досягала 41–45 % від максимуму, найвищою вона була для правого переднього великогомілкового м'яза та прямих м'язів стегна обох ніг, помітно виразну асиметрію електричної активності м'язів правої та лівої ноги спортсмена.

3. Аналіз ІЕМГ дає змогу припустити, що під час виконання стійок переважає частотний механізм посилення м'язових скорочень над явищем рекрутування рухових одиниць.

4. Порівняння характеристик ІЕМГ м'язів нижніх кінцівок каратистів із описами техніки виконання стійок допомогло проаналізувати внутрішню моделі керування активністю м'язів та припустити наявність деяких особливостей у техніці виконання вправ.

Список використаних джерел

1. Кук Д. Ч. Сила Каратэ / Дэвид Ч. Кук. – Москва, 1992. – 208 с.
2. Николаев С. Г. Атлас по электромиографии / С. Г. Николаев. – Иваново : ИПК ПресСто, 2010. – 468 с.
3. Николаев С. Г. Практикум по клинической электромиографии : издание второе, перераб. и доп. / С. Г. Николаев. – Иваново : Иван. гос. мед. академия, 2003. – 264 с.

4. Biomechanical characterization of the Junzuki karate punch: indexes of performance / M. Rinaldi, Y. Nasr, G. Atef [et al.] // Eur. J. Sport Sci. – 2018. – Vol. 18(6). – P. 796–805.
5. Changes in muscle activity during karate guiaku-zuki-punch and kiza-mawashi-guiri-kick after specific training in elite athletes / H. Jemili, M. A. Mejri, R. Sioud [et al.] // Science & Sports. – 2017. – Vol. 32(2). – P. 73–81.
6. Comparison of Two Variants of a Kata Technique (Unsu): The Neuromechanical Point of View / Valentina Camomilla, Paola Sbriccoli, Alberto Di Mario [et al.] // J. Sports Sci. Med. – 2009. – Vol. 8. – P. 29–35.
7. Differences in the electromyography activity of a roundhouse kick between novice and advanced taekwondo athletes / Pablo Valdes-Badilla, Mauricio Barramuno Medina, Rodrigo Astudillo Pinilla [et al.] // Journal of Martial Arts Anthropology. – 2018. – Vol. 18, N 1. – P. 31–38.
8. Dynamic Balance in Elite Karateka / Matteo Zago, Andrea Mapelli, Yuri Francesca Shirai et al. // J. Electromyogr. Kinesiol. – 2015. – Vol. 25(6). – P. 894–900.
9. Easy EMG / Jay Weiss, Lyn Weiss, Julie Silver. – Elsevier, 2016. – 296 p.
10. Electromyographic Researches of Gyaku-Zukiin Karate Kumite // Kerstin Witte, Peter Emmermacher, Martin Hofmann [et al.] // Proceedings of the 23th International Symposium on Biomechanics in Sports. – Beijing, 2005. – P. 861–865.
11. Hariri S. Biomechanical Analysis of Mawashi-Geri in Technique in Karate: Review Article / S. Hariri, H. Sadeghi / International Journal of Sport Studies for Health. – 2018. – Vol. 1(4). – e84349.
12. Kinematic Analysis of Mae-Geri Kicks in Beginner and Advanced Kyokushin Karate Athletes / M. Błaszczyszyn, A. Szczęsna, M. Pawlyta [et al.] // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2019. – Vol. 16(17). – P. 3155
13. Kinematic and electromyographic analyses of a karate punch / A.M. Vencesbrito, M. A. R. Ferreira, N. Cortes [et al.] // J. Electromyogr. Kinesiol. – 2011. – Vol. 21(6). – P. 1023–1029.
14. Nakayama M. Dynamic karate: instruction by the master / M. Nakayama, H. Kauz. – New York : Kodansha, 2012. – 308 p.
15. Oyama M. Classic Karate / M. Oyama. – Sterling Publishing Company, Inc., 2004. – 256 p.
16. Weight distribution in karate stances: a comparison between experimental and postulated values / A.V. de Souza, T.F. Viero, A. M Marques [et al.] // Archives of Budo. Science of Martial Arts – 2015. – Vol. 11. – P. 351–358.

References

1. Кук Д. Сила Каратэ. Москва; 1992.
2. Николаев С. Атлас по электромиографии. Иваново: ИПК ПресСто; 2010.
3. Николаев С. Практикум по клинической электромиографии. Изд. 2-е, перераб. и доп. Иваново: Иван. гос. мед. академия; 2003.
4. Rinaldi M, Nasr Y, Atef G, Bini F, Varrecchia T, Conte C, et al. Biomechanical characterization of the Junzuki karate punch: indexes of performance. European Journal of Sport Science. 2018;18(6):796–805.
5. Jemili H, Mejri M, Sioud R, Bouhlel E, Amri M. Changes in muscle activity during karate guiaku-zuki-punch and kiza-mawashi-guiri-kick after specific training in elite athletes. Science & Sports. 2017;32(2):73–81.
6. Camomilla V, Sbriccoli P, Di Mario A, Arpante A, Felici F. Comparison of Two Variants Of a Kata Technique (Unsu): The Neuromechanical Point of View. J Sports Sci Med. 2009;8(CSSI3):29–35.
7. Valdés Badilla P, Barramuño Medina M, Pinilla R, Herrera-Valenzuela T, Guzmán-Muñoz E, Pérez-Gutiérrez M, et al. Differences in the electromyography activity of a roundhouse kick between novice and advanced taekwondo athletes. Ido Movement for Culture. 2018;18(1):31–8.
8. Zago M, Mapelli A, Shirai Y, Ciprandi D, Lovecchio N, Galvani C, et al. Dynamic balance in elite karateka. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2015;25(6):894–900.
9. Weiss J, Silver J, Weiss L. Easy EMG. Elsevier; 2016.
10. Witte K, Emmermacher P, Hofmann M, Schwab K, Witte H. Proceedings of the 23th International Symposium on Biomechanics in Sports. Beijing; 2005:861–5.
11. Hariri S, Sadeghi H. Biomechanical Analysis of Mawashi-Geri in Technique in Karate: Review Article. International journal of Sport Studies for Health. 2018;1(4): e84349.
12. Błaszczyszyn M, Szczęsna A, Pawlyta M, Marszałek M, Karczmit D. Kinematic Analysis of Mae-Geri Kicks in Beginner and Advanced Kyokushin Karate Athletes. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019;16(17):3155.
13. Vences Brito A, Rodrigues Ferreira M, Cortes N, Fernandes O, Pezarat-Correia P. Kinematic and electromyographic analyses of a karate punch. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2011;21(6):1023–9.
14. Nakayama M, Kauz H. Dynamic karate. New York: Kodansha USA; 2012.
15. Oyama M. Classic Karate. Sterling Publishing Company, Inc.; 2004.
16. Aguiar de Souza V, Viero F, Marques A, Borges N. Weight distribution in karate stances: A comparison between experimental and postulated values. Archives of Budo Science of Martial Arts. 2015;11:351–8.

Стаття надійшла до редколегії 15.08.2019.

Прийнята до друку 10.12.2019.

Підписана до друку 27.12.2019.