

DOI: 10.26693/jmbs06.05.437

УДК 612.82+61-057.874

Філіпцова К. А., Орлик Н. А., Босенко А. І.

МОЖЛИВОСТІ ОМЕГАМЕТРІЇ В ОЦІНЦІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СПОРТСМЕНОК, ЯКІ СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ В КАРАТЕ

Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», Одеса, Україна

Мета дослідження: дослідити особливості змін загального функціонального стану головного мозку спортсменок високої кваліфікації, що спеціалізуються в карате, за показниками омега-потенціалу та оцінити адаптаційні можливості центральної нервової системи під час фізичного навантаження.

Матеріали та методи дослідження. В дослідженні взяли участь 14 спортсменок високого рівня підготовленості віком 17–22 років – представниць Одеської обласної федерації карате. Визначення динаміки надповільних біоелектричних процесів мозку (БЕП), а саме омега-потенціалу (ОП), проводили за методикою О. Г. Сичова зі співавторами (1980) в стані спокою, після виконання проби в одне присідання, під час дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом (з реверсом) та у період відновлення після виконання роботи.

Результати. За результатами антропометричних та фізіометричних вимірювань зріст досліджених дівчат, які спеціалізуються в карате, в середньому, становив $164,43 \pm 0,86$ см, а маса тіла – $56,36 \pm 2,23$ кг. Окружність грудної клітини в стані спокою становила $84,86 \pm 1,57$ см, на вдиху – $89,57 \pm 1,49$ см, на видиху – $82,5 \pm 1,57$ см. Середнє значення життєвої ємності легень дорівнювало $3457,14 \pm 101,93$ мл, кистьової динамометрії – $23,36 \pm 1,02$ кг, станової динамометрії – $63,57 \pm 3,53$ кг.

Аналіз результатів дослідження надповільних процесів головного мозку показав, що у вихідному стані величина ОП коливалась від 10 до 59 мВ, що свідчило про оптимальний вихідний рівень у більшості спортсменок перед виконанням роботи. В стані відносного спокою середні значення омега-потенціалу (21–40 мВ) були виявлені у 79 % обстежених дівчат, високі (41–60 мВ) і низькі (до 20 мВ) – у 14 % та 7 %, відповідно.

Результати досліджень динаміки ОП при тестуванні в одне присідання свідчать про поодинокі випадки адекватних реакцій та оптимального включення адаптивних систем організму на функціональне навантаження. У більшості спортсменок після виконання тесту в одне присідання спостерігалось порушення хемообмінних, нейрогуморальних і гормональних процесів.

Особливості динаміки омега-потенціалу, які відмічені під час виконання дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом (з реверсом), вказують на поступове зниження досліджуваних показників відносно вихідного стану протягом виконання велоергометричного навантаження, особливо в період реверсу (ЧСС=150–155 уд/хв) та під кінець тестування. При цьому збільшувалась і глибина зрушень, що відображає значне напруження ЦНС та інших систем організму спортсменок у відповідь на фізичне навантаження. Після виконання роботи на 2-й і 5-й хвилинах відпочинку не зафіксовано відновлення показників надповільних біоелектричних процесів до вихідного рівня, що свідчить про розвиток перенапруження адаптивних механізмів.

Висновки. Тестування кваліфікованих спортсменок, що спеціалізуються в карате, за допомогою функціональної проби, проведеної в одне присідання, за даними середньогрупових показників омега-потенціалу виявило порушення хемообмінних, нейрогуморальних і гормональних процесів. Вивчення індивідуальних даних свідчить, що у більшості обстежених відмічаються різноманітні порушення означених систем організму.

Динаміка надповільних біоелектричних процесів головного мозку спортсменок в ході тестування з використанням велоергометричного навантаження за замкнутим циклом (з реверсом) характеризується стійким зниженням омега-потенціалу протягом всього тестування, що відображає перенапруження регуляторних механізмів і глибоку мобілізацію функціональних можливостей. Відновлення рівня омега-потенціалу до вихідного рівня на 5-й хвилині післяробочого періоду не відбувається.

Ключові слова: фізичне навантаження, надповільні біоелектричні процеси, омега-потенціал, функціональні можливості центральної нервової системи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано відповідно до затвердженої кафедральної науково-дослідної теми: «Оцінка індивідуального здоров'я та підвищення адаптаційних можливостей дітей та молоді

засобами здоров'язбережувальних освітніх технологій», розділ: «Вивчення рівня та динаміки надповільних біоелектричних процесів головного мозку (омега-потенціалу)», № державної реєстрації 0120U002012.

Вступ. Останнім часом серед молоді все більшої популярності набувають видовищні види спорту з високою емоційною напруженістю і різнобічним впливом на психічні, вольові та рухові якості людини [1, 2, 3, 4]. Одним із таких видів спорту є карате, який, до того ж, розцінюється як найефективніший засіб самозахисту і використовується у військових і поліцейських спецпідрозділах як бойова система для дорослих.

Головним завданням багаторічної підготовки є досягнення спортсменом найвищого спортивного результату. При цьому ефективність підготовки спортсмена безпосередньо залежить від оптимальності тренувальних навантажень. Одним із способів оптимізації тренувального процесу є введення в тренувальний процес методів контролю і оцінки функціонального стану організму і його провідних систем, рівня готовності спортсмена до тренувальної та змагальної діяльності [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Використання методики вивчення надповільних біологічних потенціалів і, зокрема, омега-потенціалу мозку людини, як одного з надійних, наочних і інформативних показників функціонального стану нервової системи, що припускає оцінку багатьох показників, у тому числі тривалість змін потенціалу після функціонального навантаження, дозволило провести дослідження динаміки показників загального функціонального стану головного мозку у спортсменок, які займаються карате, та вивчити резервні можливості функціональної адаптації центральної нервової системи під час виконання дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом (з реверсом) [1, 7, 8, 9, 10, 11].

Мета дослідження: дослідити особливості змін загального функціонального стану головного мозку спортсменок високої кваліфікації, що спеціалізуються в карате, за показниками омега-потенціалу та оцінити адаптаційні можливості центральної нервової системи під час фізичного навантаження.

Матеріали та методи дослідження. В дослідженні, що проводилось на базі кафедри біології і охорони здоров'я Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», взяли участь 14 спортсменок високого рівня підготовленості віком 17–22 років – представниць Одеської обласної федерації карате, які займалися спортом в середньому впродовж 8,5 років. Серед дівчат були 2 майстри спорту України та 2 майстри спорту міжнародного

класу, 6 кандидаток у майстри спорту України й 4 спортсменки, які мали перший дорослий розряд.

На момент проведення обстеження учасниці дослідження були практично здорові. В ході анкетування було виявлено спортивний стаж, регулярність тренувань, спортивна кваліфікація, вік, наявність попередніх травм. Перед обстеженням проводилося усне опитування з метою з'ясування самопочуття, часу прийому їжі, наявності тренування в день обстеження та ін. Також було проведено антропометричні та фізіометричні вимірювання. Проведення дослідження не суперечить нормам українського законодавства та відповідає вимогам Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» від 26 листопада 2015 року № 848-VIII. Дослідження проведено з дотриманням основних біоетичних положень Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (від 04.04.1997 р.), Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини (1964–2008 рр.), а також наказу МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р. Кожен учасник підписував інформовану згоду на участь у дослідженні. Організаторами було вжито всіх заходів для забезпечення анонімності учасників.

Визначення динаміки омега-потенціалу (ОП) проводили за методикою О. Г. Сичова зі співавторами [12]. Виміри проводилися: в стані відносно спокою (в положенні сидячи), після виконання проби в одне присідання, дискретно з інтервалом у 1 хвилину – під час виконання дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом (з реверсом), після виконання велоергометричної проби (перші 10 с) та на другій і п'ятій хвилинах відновлення після велоергометричного тестування.

Вимірювання ОП проводили за допомогою приладу, що складався з індикатора (градування в мВ) та двох хлорсрібних неполяризованих електродів типу ЕВЛ-1М1 [9, 10]. Активний електрод розміщувався в області вертексу (за міжнародною системою 10×20), а індіферентний – на тенорі лівої руки.

Методика вивчення ОП припускає оцінку багатьох показників (знак, величина, спрямованість і інтенсивність змін та ін.), у тому числі тривалість змін потенціалу після функціонального навантаження [1, 7, 11, 13]. В нормі динаміку ОП у відповідь на однократне функціональне навантаження (одне присідання) визначали за направленістю його змін зі знаком «+» або «-» і величиною напруження (мВ) у відповідні проміжки часу протягом 7 хв Зростання цього показника до 25 % в перші 30 с і на 3–5 хв після присідання свідчило про оптимальний стан хемообмінних процесів (ХОП) і гормональних процесів (ГП). Зниження ОП до 25%, порівняно

з вихідним фоном, через 1–3 хв після проби вказувало на включення нейрогуморальних процесів (НГП). Подібна динаміка після тесту на одне присідання свідчить про високий рівень функціонального стану організму, в той час як протилежні зміни або інертність ОП характерні для організму з низькими функціональними властивостями. Динаміка ОП в межах 25 % при виконанні дискретних і безперервних фізичних навантажень відображала оптимальні адаптаційні можливості: перехідний стан від реактивного спокою до напруження, а зміна цього показника до 50% і вище характеризувала мобілізацію резервів організму і вказувала на виникнення стану напруження (< 50%) та перенапруження (> 50%) [9, 10, 11, 12].

В якості фізичного навантаження було використано велоергометричне тестування, що виконувалось за методикою Д. М. Давиденка із співавторами [14], яка полягала у безперервному плавному збільшенні навантаження зі швидкістю у 33 Вт/хв від нуля до певного рівня (ЧСС = 150–155 уд/хв). Після досягнення відповідного рівня навантаження зменшувалось з тією ж швидкістю до початкових значень. При цьому швидкість педалювання становила 60 об/хв.

Виконання дозованого функціонального навантаження здійснювали на електромеханічному велоергометричному пристрої «ВЕД-11», в комплекс якого входять сам велоергометр та пульт керування. Пульт дає можливість програмувати та контролювати частоту педалювання, величину заданої та фактично розвинутої потужності. Конструкція забезпечує індивідуальне регулювання довжини важелів, висоти, нахилу та віддаленості сидіння від ручок пристрою.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили за допомогою методів математичного аналізу (SPSS 16, Microsoft Excel). Визначали показники описової статистики: середнє арифметичне, розмах вибірки, середнє квадратичне відхилення, стандартну похибку та коефіцієнт варіації. Результати дослідження були представлені у вигляді: «середнє арифметичне значення (M)±стандартна похибка середнього (m)». Для оцінки достовірності результатів дослідження використовували t-критерій Стьюдента [15].

Результати дослідження та їх обговорення. За результатами антропометричних та фізіометричних вимірювань зріст дівчат, в середньому, становив $164,43 \pm 0,86$ см, а маса тіла – $56,36 \pm 2,23$ кг. Окружність грудної клітини в стані спокою становила $84,86 \pm 1,57$ см, на вдиху – $89,57 \pm 1,49$ см і $82,5 \pm 1,57$ см – відповідно на видиху. Середнє значення життєвої ємності легень дорівнювало $3457,14 \pm 101,93$ мл, кистьової дина-

мометрії – $23,36 \pm 1,02$ кг, станової динамометрії – $63,57 \pm 3,53$ кг.

Аналіз результатів дослідження перебігу надповільних процесів у головному мозку показав, що у вихідному стані величина ОП коливалась від 10 до 59 мВ, що свідчило про оптимальний вихідний рівень у більшості спортсменок перед виконанням роботи. В стані відносного м'язового спокою середні значення омега-потенціалу (21–40 мВ) були виявлені у 79 % спортсменок, високі (41–60 мВ) – у 14 % і низькі (до 20 мВ) – у 7 % обстежених.

При дослідженні динаміки ОП у обстежених дівчат після виконання функціональної проби в одне присідання на 30 с було зареєстровано підвищення показників у зоні від +10 до +25 для 2 (14,02 %) спортсменок, що відображало стан перехідного напруження (активації) хемообмінних процесів. У 6 (42,86%) спортсменок спостерігалось коливання показників ОП в межах від +26 до +50 %, тобто розвивався стан напруження ХОП. Високу реактивність (більше +50 %) було відмічено у 5 (35,71 %) спортсменок, що вказувало на перенапруження хемообмінних процесів регуляції. У одному випадку було зареєстровано зниження рівня показників ОП (менше 10 %), що в свою чергу свідчило про виснаження механізмів регуляції (табл. 1).

Таблиця 1 – Зміна омега-потенціалу у спортсменок, що спеціалізуються в карате, при виконанні функціональної проби в одне присідання (n=14)

Показники	Вихідний стан	ХОП, мВ	НГП, мВ	ГП, мВ
		30 с	3 хв	5 хв
R	49	56	37,25	29,8
M	36,64	46,07	28,2	26,8
δ	15,61	17,83	11,8	9,51
m	9,76	14,67	8,99	8,55
V, %	42,6	8,7	1,84	5,49

Примітки: ХОП – хемообмінні, НГП – нейрогуморальні, ГП – гормональні процеси.

На третій хвилині реєстрації омега-потенціалу у 7 (50 %) спортсменок було відмічено зниження показника (–25 %), що відображало адекватні реакції нейрогуморальних процесів організму. У 3 (21,4 %) спортсменок рівень ОП залишився в межах вихідних показників, що вказувало на стан напруження НГП. В окремих випадках спостерігалось підвищення досліджуваних показників до +50 % у трьох (21,4 %) спортсменок та більше +50% – в одній (7,1 %) спортсменки, що характерно для стану перенапруження нейрогуморальних процесів регуляції організму.

За результатами вивчення омега-потенціалу на 5 хв відновлення можна характеризувати зміни гормональних процесів в організмі. Так, у 17 % спортсменок показники ОП, і, відповідно, інтенсивність

гормональних процесів, відповідали нормі. У 6 (43 %) обстежених спостерігався майже сталий ступінь напруження гормональних процесів, про що свідчила незмінність надповільних біоелектричних процесів, які залишалися на вихідному рівні і характеризували їх ареактивність. Ще у однієї спортсменки (7 %) зафіксовано підвищення значення омега-потенціалу на +50 %, що вказувало на стан перенапруження гормональної регуляції. Зниження рівня ОП від вихідних показників на 5–12 % спостерігалось у трьох (21 %) спортсменок і оцінювалося як ослаблення функцій наднирників у результаті тривалих тренувань. Зниження величин досліджених показників до 20–40 % було встановлено у 7–14 % випадів, що свідчило про швидке настання стомлення, зниження витривалості внаслідок виснаження регуляторних механізмів і корелювало з низькою фізичною працездатністю (див. **табл. 1**).

Отримані дані значень омега-потенціалу при тестуванні в одне присідання свідчать, на жаль, лише про поодинокі випадки адекватних реакцій у відповідь на функціональне навантаження та оптимальний варіант включення адаптивних систем організму. У більшості спортсменок після виконання роботи в одне присідання спостерігалось порушення хемообмінних, нейрогуморальних і гормональних функцій. За таких станів, які практично відповідають 3-й фазі розвитку стресу за класифікацією Г. Сельє, організм не справляється з фізичними і психічними навантаженнями, відбувається перенапруження адаптаційних процесів, яке може призвести до виснаження регуляторних механізмів та переходу у стан хронічного перенапруження або навіть у патологічну його форму – перетренованість [5, 6, 7, 8].

Відстеження динаміки омега-потенціалу дозволяє виявити індивідуальні для кожного спортсмена відмінності між коливаннями значень потенціалу і встановити і оцінити діапазон його змін в умовах дозованих навантажень [1, 7, 11, 13]. Рівень омега-потенціалу, як інтегрального показника функціонального стану організму в цілому і головного мозку, зокрема, які отримані в групі спортсменок, що спеціалізуються у карате, у стані відносного спокою перед виконанням велоергометричного навантаження характеризувався високими значеннями у 57 % спортсменок; водночас у 43 % обстежених дівчат вони, навпаки, були знижені. Особливості динаміки ОП, відмічені протягом виконання першої чверті велоергометричної проби, довели підвищення досліджуваних показників в середньому на 7,1 %, що свідчило про перші ознаки стомлення у 4 (28,6 %) дівчат, стан перехідного напруження у 7 (50 %) спортсменок і напруження процесів регуляції – у 3 (21,4%) (**табл. 2**).

Таблиця 2 – Зміна омега-потенціалу спортсменок, що спеціалізуються в карате, при виконанні дозованого фізичного навантаження з реверсом ($M \pm m$, $n=14$)

Періоди вимірювання	Значення омега-потенціалу, мВ
В стані відносного м'язового спокою	44,71±11,96
При виконанні 25 % велоергометричної проби	47,9±12,82
При виконанні 50 % велоергометричної проби (реверс)	12,9±6,43*
При виконанні 75 % велоергометричної проби	48,5±12,97
Після виконання велоергометричної проби (перші 10 с)	16,2±7,3*
На 2 хв відновного процесу	39,9±10,7
На 5 хв відновного процесу	30,2±8,08

Примітка: * – вірогідність відмінностей ($p < 0,05$) відносно до даних у стані спокою.

Під час реверсу (ЧСС=150–155 уд/хв) відбулося достовірне зниження показників ОП на 71,2 %. Індивідуальний аналіз показав, що зміна значень відповідала оптимальному стану у 5 (35,7 %) обстежуваних; стан перехідного напруження хемообмінних, нейрогуморальних і гормональних процесів було зафіксовано у 64,3 % спортсменок. При виконанні 75 % навантаження за замкнутим циклом (з реверсом) у 42,9 % спортсменок спостерігалось напруження процесів регуляції. Під кінець тестування за допомогою велоергометричного навантаження було зареєстровано достовірне зниження показників ОП відносно вихідного стану на 63,8 %, при цьому високе напруження хемообмінних, нейрогуморальних і гормональних процесів спостерігалось у 21,4 % спортсменок. На другій і, особливо, на п'ятій хвилині відновлення, зафіксовано зниження величини ОП в межах 10,6–32,5 %, що свідчить про розвиток перенапруження адаптивних механізмів організму.

Слід відмітити, що протягом виконання велоергометричного навантаження і часу відновного процесу кількість спортсменок із негативною динамікою ОП постійно збільшувалась. За цих умов зростала й глибина порушень. Отже, отримані дані відображають значне напруження функцій регулюючих і виконавчих систем організму спортсменок у відповідь на фізичне навантаження. Результати аналізу отриманих даних вказує, що у спортсменок, які спеціалізуються в карате, відбувається виражена реакція ЦНС: погіршуються основні нервові процеси і стан регуляторних механізмів мозку, які супроводжуються достовірними змінами надповільних БЕП. Вищезазначені факти свідчать про більш виражену реалізацію функціональних можливостей центральної нервової системи спортсменок

в ході виконання дозованого фізичного навантаження за замкнутим циклом (з реверсом) [1, 7, 8].

Висновки. Тестування спортсменок, які професійно займаються карате, із використанням функціональної проби в одне присідання за зміною середньогрупових показників омега-потенціалу виявило порушення хемообмінних, нейрогуморальних і гормональних процесів. Вивчення індивідуальних даних свідчать, що у більшості обстежених відмічаються ті чи інші порушення означених систем.

Динаміка надповільних біоелектричних процесів головного мозку дівчат-каратисток в ході тестування з використанням велоергометричного навантаження за замкнутим циклом (з реверсом)

характеризується стійким зниженням омега-потенціалу протягом всього тестування, що відображає перенапруження регуляторних механізмів і глибоку мобілізацію функціональних можливостей. Відновлення рівня омега-потенціалу до вихідного рівня на 5-й хвилині післяробочого періоду не відбувається.

Перспективи подальших досліджень. Доцільним є проведення дослідження надповільних біоелектричних процесів у спортсменок, що спеціалізуються в карате, протягом тренувальних і змагальних навантажень в різні періоди річного макроциклу, а також визначення статевих особливостей динаміки омега-потенціалу на різних етапах онтогенезу.

References

1. Coyne JOC, Coutts AJ, Fomin R, French DN, Newton RU, Haff GG. Heart Rate Variability and Direct Current Measurement Characteristics in Professional Mixed Martial Arts Athletes. *Sports*. 2020 July; 8(8): 109. PMID: 32751748. PMCID: PMC7466710. doi: 10.3390/sports8080109
2. Kupperman N, DeJong AF, Alston P, Hertel J, Saliba SA. Athlete Workloads During Collegiate Women's Soccer Practice: Implications for Return to Play. *J Athl Train*. 2021 Mar 1; 56(3): 321-330. PMID: 33150376. doi: 10.4085/205-20
3. Russell JL, McLean BD, Impellizzeri FM, Strack DS, Coutts AJ. Measuring Physical Demands in Basketball: An Explorative Systematic Review of Practices. *Sports Med*. 2021 Jan; 51(1): 81-112. PMID: 33151481. doi: 10.1007/s40279-020-01375-9
4. Simpson MJ, Jenkins DG, Scanlan AT, Kelly VG. Relationships Between External- and Internal-Workload Variables in an Elite Female Netball Team and Between Playing Positions. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020 Mar 12; 15(6): 841-846. PMID: 32163926. doi: 10.1123/ijssp.2019-0619
5. Tregubova MV, Tarasov SS, Abramov DS. Nadyozhnost i urovni funktsionalnoy gotovnosti sportsmenov-yuniorov k etapu sportivnogo sovershenstva [Reliability and levels of functional readiness of junior athletes to the stage of sports excellence]. *Nauch. obozrenie*. 2014; 8: 151-153. [Russian]
6. Halson SL. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Med*. 2014 Nov; 44: 139-147. PMID: 25200666. PMCID: PMC4213373. doi: 10.1007/s40279-014-0253-z
7. Heishman AD, Curtis MA, Saliba E, Hornett RJ, Malin SK, Weltman AL. Noninvasive Assessment of Internal and External Player Load: Implications for Optimizing Athletic Performance. *J Strength Condition Res*. 2018 May; 32(5): 1280-1287. PMID: 29373427. doi: 10.1519/JSC.0000000000002413
8. Wehbe G, Gabbett T, Dwyer D, McLellan C, Coad S. Monitoring neuromuscular fatigue in team-sport athletes using a cycle-ergometer test. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015 Apr; 10: 292-297. PMID: 25115142. doi: 10.1123/ijssp.2014-0217
9. Gibatullin TV. Omega-potentsial v izuchenii mekhanizmov adaptatsii organizma [Omega potential in the study of the mechanisms of adaptation of the organism]. *Fiziologiya cheloveka*. 2002; 8(3): 198-203. [Russian]
10. Shafieva LN. Ispolzovanie omegametrii v otsenke stressornoy neustoychivosti organizma [The use of omega-metry in the assessment of stress instability of the organism]. *Problemye voprosy fiziologii i psikhologii*. Ufa; 2008. p. 149-151. [Russian]
11. Ilyukhina V, Sychev A, Shcherbakova N, Baryshev G, Denisova V. The omega-potential: A quantitative parameter of the state of brain structures and of the individual: II. Possibilities and limitations of the use of the omega-potential for rapid assessment of the state of the individual. *Hum Physiol*. 1982 Sep-Oct; 8: 328-339. PMID: 7185744
12. Sychev AG, Shcherbakov NI, Baryshev GI. Metodika registratsii kvaziustoychivoy raznosti potentsialov s poverkhnosti golovy [Technique for recording a quasi-stable potential difference from the surface of the head]. *Fiziologiya cheloveka*. 1980; 1: 178-180. [Russian]
13. Ilyukhina V, Zabolotskikh I. Physiological basis of differences in the body tolerance to submaximal physical load to capacity in healthy young individuals. *Hum Physiol*. 2000 May; 26: 330-336. PMID: 10905039. doi: 10.1007/BF02760195
14. Davidenko DN, Andrianov VP, Yakovlev GM, Lesnoy NK. Metodika otsenki funktsionalnykh rezervov organizma pri ispolzovanii nagruzochnoy proby po zamknutomu tsiklu izmeneniya moshchnosti [Methodology for assess-

ing the functional reserves of the body using a stress test in a closed cycle of power change]. *Puti mobilizatsii funktsionalnykh rezervov sportsmena*. Leningrad: GDOIFK; 1984. 35–41. [Russian]

15. Lapach SN, Chubenko AV, Babich PN. *Statisticheskie metody v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh s ispolzovaniem Excel: 2-e izd.* [Statistical Methods in Life Sciences Research Using Excel: 2th ed.]. K: MORION; 2001. 408 s. [Russian]

УДК 612.82+61-057.874

ВОЗМОЖНОСТИ ОМЕГАМЕТРИИ В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В КАРАТЭ

Филиппова Е. А., Орлик Н. А., Босенко А. И.

Резюме. *Цель* – исследовать особенности изменений общего функционального состояния головного мозга спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в каратэ, по показателям омега-потенциала и оценить адаптационные возможности центральной нервной системы во время физической нагрузки.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 14 спортсменок высокого уровня подготовленности в возрасте 17–22 лет – представительниц Одесской областной федерации каратэ. Определение динамики сверхмедленных биоэлектрических процессов мозга (БЭП), а именно омега-потенциала (ОП), проводили по методике А. Г. Сычева с соавторами (1980) в состоянии покоя, после выполнения пробы в одно приседание, во время дозированной физической нагрузки по замкнутому циклу (с реверсом) и в период восстановления после выполнения работы.

Результаты. По результатам антропометрических и физиометрических измерений, рост исследованных девушек, специализирующихся в каратэ, в среднем, составлял $164,43 \pm 0,86$ см, а масса тела – $56,36 \pm 2,23$ кг. Окружность грудной клетки в состоянии покоя составляла $84,86 \pm 1,57$ см, на вдохе – $89,57 \pm 1,49$ см, на выдохе – $82,5 \pm 1,57$ см. Среднее значение жизненной емкости легких равнялось $3457,14 \pm 101,93$ мл, кистевой динамометрии – $23,36 \pm 1,02$ кг, становой динамометрии – $63,57 \pm 3,53$ кг.

Анализ результатов исследования сверхмедленных процессов головного мозга показал, что в исходном состоянии величина ОП колебалась от 10 до 59 мВ, что свидетельствовало об оптимальном исходном уровне у большинства спортсменок перед выполнением работы. В состоянии относительного покоя средние значения омега-потенциала (21–40 мВ) были обнаружены у 79% обследованных девушек, высокие (41–60 мВ) и низкие (до 20 мВ) – в 14% и 7%, соответственно.

Результаты исследований динамики ОП при тестировании в одно приседание свидетельствуют о единичных случаях адекватных реакций и оптимального включения адаптивных систем организма на функциональную нагрузку. У большинства спортсменок после выполнения теста в одно приседание наблюдалось нарушение хемообменных, нейрогуморальных и гормональных процессов.

Особенности динамики омега-потенциала, которые отмечены при выполнении дозированной физической нагрузки по замкнутому циклу (с реверсом), указывают на постепенное снижение исследуемых показателей относительно исходного состояния при выполнении велоэргометрической нагрузки, особенно в период реверса (ЧСС = 150–155 уд / мин) и под конец тестирования. При этом увеличивалась и глубина сдвигов, что отражает значительное напряжение ЦНС и других систем организма спортсменок в ответ на физическую нагрузку. После выполнения работы на 2-й и 5-й минутах отдыха не зафиксировано восстановление показателей сверхмедленных биоэлектрических процессов к исходному уровню, что свидетельствует о развитии перенапряжения адаптивных механизмов.

Выводы. Тестирование квалифицированных спортсменок, специализирующихся в каратэ, с помощью функциональной пробы, проведенной в одно приседание, по данным среднegrupповых показателей омега-потенциала указывало на нарушения хемообменных, нейрогуморальных и гормональных процессов. Изучение индивидуальных данных свидетельствует, что у большинства обследованных отмечаются различные нарушения указанных систем организма.

Динамика сверхмедленных биоэлектрических процессов головного мозга спортсменок в ходе тестирования с использованием велоэргометрической нагрузки по замкнутому циклу (с реверсом) характеризуется устойчивым снижением омега-потенциала на протяжении всего тестирования, что указывает на перенапряжение регуляторных механизмов и глубокую мобилизацию функциональных возможностей. Восстановление уровня омега-потенциала к исходному уровню на 5-й минуте послерабочего периода не происходит.

Ключевые слова: физическая нагрузка, сверхмедленные биоэлектрические процессы, омега-потенциал, функциональные возможности центральной нервной системы.

UDC 612.82+61-057.874

Possibilities of Omegametry in the Assessment of the Functional Condition of Female Athletes Specializing in Karate**Filipstsova K. A., Orlyk N. A., Bosenko A. I.**

Abstract. The purpose of the study was to investigate the peculiarities of changes in the general functional condition of the brain of highly qualified female athletes specializing in karate, in terms of omega potential indicators and to assess the adaptive capability of the central nervous system during physical load.

Materials and methods. The study involved 14 highly qualified female athletes aged 17-22 years – representatives of the Odessa Regional Karate Federation. Determination of the dynamics of infraslow bioelectrical processes of the brain, namely omegapotential, was carried out according to the method of O. G. Sychoy et al. (1980) at rest, after performing a test in one squat, with dosed physical load in a closed cycle (with reverse) and during the recovery period after exercise.

Results and discussion. According to the results of anthropometric and physiometric measurements, the height of the studied girls specializing in karate, on average, was 164.43 ± 0.86 cm, and body weight – 56.36 ± 2.23 kg. The thorax circumference at rest was 84.86 ± 1.57 cm, at the inhale – 89.57 ± 1.49 cm, at the exhale – 82.5 ± 1.57 cm. The average value of vital capacity of the lungs was 3457.14 ± 101.93 ml, wrist dynamometry – 23.36 ± 1.02 kg, back dynamometry – 63.57 ± 3.53 kg.

The analysis of the results of the study of infraslow brain processes showed that in the initial state the omega potential value ranged from 10 to 59 mV, which indicated the optimal baseline level in most female athletes before exercise. In the state of relative rest, the average omega potential values (21-40 mV) were found in 79% of the surveyed girls, high (41-60 mV) and low (up to 20 mV) – in 14% and 7%, respectively.

The results of study of omega potential dynamics when tested in one squat indicate isolated cases of adequate responses and optimal activation of adaptive systems of the body to the functional load. In most female athletes, the violation of chemo-metabolic, neurohumoral and hormonal processes were observed after performing the test of one squat.

The peculiarities of omega-potential dynamics, which were noted during the performance of dosed physical load in a closed cycle (with reverse), indicate a gradual decrease in the studied indicators relative to the initial state during the performance of bicycle ergometric load, especially during the period of reverse (heart rate = 150-155 beats / min) and at the end of testing. At the same time, the depth of shifts also increased, which reflects the significant tension on the central nervous system and other body systems of female athletes in response to physical load. After performing exercise at the 2nd and 5th minutes of rest, no recovery of infraslow bioelectrical processes to the initial level was recorded, which indicates the development of overstrain of adaptive mechanisms.

Conclusion. Testing of qualified female athletes specializing in karate, using a functional test conducted in one squat, according to the data of average group indicators of omega potential revealed a violation of chemo-metabolic, neurohumoral and hormonal processes. The study of individual data shows that in most of the surveyed there are various violations of these body systems.

The dynamics of infraslow bioelectrical processes in the brain of female athletes during testing using bicycle ergometric load in a closed cycle (with reverse) is characterized by a steady decrease in omega potential throughout the test, which reflects the overstrain of regulatory mechanisms and deep mobilization of functional capabilities. The restoration of the level of omega potential to the initial level at the 5th minute of the post-exercise period does not occur.

Keywords: physical load, infraslow bioelectrical processes, omega potential, functional capabilities of the central nervous system.

ORCID and contributionship:Kateryna A. Filipstsova : 0000-0003-4385-7090 ^{A,B,D,F}Nadiia A. Orlyk : 0000-0003-0144-6576 ^{B,C,F}Anatolii I. Bosenko : 0000-0003-3472-0412 ^{A,E,F}

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,
E – Critical review, F – Final approval of the article

CORRESPONDING AUTHOR

Kateryna A. Filiptsova

South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky,
Department of Biology and Healthcare
26, Staroportofrankivska Str., Odesa 65020, Ukraine
tel: +380667921848, e-mail: kafil-dana@ukr.net

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

Стаття надійшла 01.09.2021 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування