

DOI: 10.32999/ksu2524-0838/2024-36-3

УДК 796.004.38+796.004+796.071.22:612.816+612.741(045)

Луць Ю. П., Лук'янцева Г. В., Колосова О. В.

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ КІБЕРСПОРТСМЕНІВ, ІТ СПЕЦІАЛІСТІВ ТА НЕТРЕНОВАНИХ ОСІБ

Національний університет фізичного виховання і спорту України  
м. Київ, Україна, e-mail: yulialuts06@gmail.com

*У роботі представлені результати досліджень функціонального стану нервово-м'язової системи, а також визначення сили великих груп м'язів тулуба та кінцівок у кіберспортсменів, ІТ спеціалістів та нетренованих юнаків. Метою дослідження було визначення особливостей функціонування нервово-м'язової системи за допомогою методики електронейроміографії, а також визначення сили великих груп м'язів тулуба та кінцівок у груп кіберспортсменів, ІТ спеціалістів та нетренованих осіб, віком 17-25 років. За допомогою методики Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза гомілки та методики визначення швидкості проведення нервового імпульсу по моторних волокнах серединного нерва верхніх кінцівок виявлено, що в переважній кількості осіб показники Н-рефлексометрії в межах норми, але є відхилення показників від референтних значень, а саме: збільшення порогів Н- та М-відповіді, зменшення амплітуди Н-відповіді, зменшення співвідношення амплітуд максимальних Н- та М-відповідей та збільшення співвідношення порогів Н- та М-відповідей. Що стосується амплітуди М-відповідей, відхилення відсутні в групах досліджуваних. Також виявлено відхилення від норми амплітудно-часових показників проведення імпульсу по серединному нерву, а саме зменшення та вихід за межі референтних значень амплітуди м'язових відповідей на стимуляцію нерва в ліктьовому згині та зап'ястку, як з правого, так і з лівого боку тіла, а також зменшення та вихід за межі референтних значень швидкості проведення імпульсу. Відхилення можуть свідчити про сегментарну демієлінізацію чутливих волокон великогомілкового нерва та компресією серединного нерва у ліктьовому згині та зап'ястку верхньої кінцівки з правого та лівого боків тіла. Дослідження нервово-м'язової системи за допомогою методики електронейроміографії в поєднанні з визначенням сили великих груп м'язів тулуба та кінцівок відіграє важливу роль для кіберспортсменів, програмістів та нетренованих осіб, зокрема, може дозволити діагностувати порушення функціонування нервово-м'язової системи, надати рекомендації для оптимізації тренувальної та робочої діяльності та допомогти у попередженні можливих травм.*

**Ключові слова:** кіберспортсмен, ІТ спеціаліст, електронейроміографія, Н-рефлексометрія, швидкість проведення нервового імпульсу, м'язова система.

Luts Yu. P., Lukyantseva H. V., Kolosova O. V.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE NEUROMUSCULAR SYSTEM OF E-ATHLETES, IT SPECIALISTS AND UNTRAINED PERSONS

*The paper presents the results of studies of the functional state of the neuromuscular system, as well as determination of the strength of large groups of muscles of the trunk and limbs in e-*

*athletes, IT specialists and untrained young men. The purpose of the study was to determine the features of the functioning of the neuromuscular system using the technique of electroneuromyography, as well as to determine the strength of large groups of muscles of the trunk and limbs in groups of e-athletes, IT specialists and untrained people, aged 17-25. Using the H-reflex study of the soleus muscle of the lower limb and the nerve conduction velocity study along the motor fibers of the median nerve of the upper limbs, it was found that in the majority of people, the indices of H-reflex are within the normal range, but there are deviations of the indices from the reference values, namely: an increase in the thresholds of H- and M-responses, a decrease in the amplitude of the H-response, a decrease in the ratio of the amplitudes of the maximum H- and M-responses, and an increase in the ratio of the thresholds of H- and M-responses. As for the amplitude of M-responses, there are no deviations in the groups of subjects. A deviation from the norm of the amplitude and time indicators of the conduction of the impulse along the median nerve was also detected, namely, a decrease and going beyond the reference values of the amplitude of muscle responses to nerve stimulation in the elbow bend and wrist, both on the right and left sides of the body as well as reducing and going beyond the reference values of the nerve conduction velocity. Abnormalities may indicate segmental demyelination of sensitive fibers of the tibial nerve and compression of the median nerve in the elbow and wrist of the upper limb on the right and left sides of the body. The study of the neuromuscular system using the technique of electroneuromyography in combination with the determination of the strength of large groups of muscles of the trunk and limbs plays an important role for e-athletes, programmers and untrained persons, in particular, it can make it possible to diagnose disorders of the functioning of the neuromuscular system, provide recommendations to optimize training and work activities and help prevent possible injuries.*

**Key words:** *e-athletes, IT specialist, electroneuromyography, nerve conduction velocity, muscular system.*

Кіберспорт є сегментом сучасного спортивного світу, що динамічно розвивається, в якому висока ефективність та точність рухів реалізуються шляхом складної взаємодії між нервовою та м'язовою системами. Дані, отримані дослідниками у галузі фізіології спорту, свідчать про важливість моніторингу стану організму спортсмена з метою оцінки готовності до виконання значних навантажень, функціональної ефективності різних фізіологічних систем, ступеня мобілізації та використання резервних можливостей організму [6].

Безсумнівно, дослідження функціонального стану нервово-м'язової системи за допомогою методики електронейроміографії, а також визначення сили великих груп м'язів тулуба та кінцівок відіграє важливу роль для кіберспортсменів.

Однією з особливостей діяльності кіберспортсмена є відсутність активних фізичних навантажень. Дослідники вважають, що людина генетично запрограмована на високий рівень фізичної активності [1]. Гіподинамія у кіберспортсменів знижує м'язову силу та витривалість, знижує м'язовий тонус, зменшує м'язову масу та погіршує координацію рухів. Особливо вразливою є серцево-судинна система. Знижується серцева ефективність, порушуються окислювальні процеси в міокарді, що може призвести до раннього початку дегенеративних процесів у серцево-судинній системі. Відсутність необхідних систематичних фізичних навантажень також пов'язана з негативними змінами

в мозковій діяльності, що призводить до підвищеної втомлюваності, порушень сну і зниження здатності підтримувати високу розумову і фізичну працездатність, в результаті чого знижуються показники, що визначають результативність діяльності кіберспортсмена [1]. Потенційні небезпеки, з якими стикаються кіберспортсмени, подібні до ризиків, з якими стикаються в багатьох спортивних, рекреаційних і робочих місцях, включаючи опорно-руховий апарат, ергономічні, біологічні та психосоціальні ризики[9].

Високий рівень фізичної працездатності спортсмена обумовлюється функціональними властивостями та станом усіх систем організму, зокрема – нервово-м'язової системи, дуже чутливої до різних фізіологічних і патологічних процесів, що відбуваються в організмі. Перспективним методом діагностики функціонального стану нервово-м'язової системи у спортсменів може бути дослідження з використанням електронейроміографічних методик, зокрема Н-рефлексометрії з визначенням параметрів Н-рефлексу – моносинаптичної рефлекторної відповіді, що відводиться зазвичай від камбалоподібного м'яза гомілки в умовах стимуляції сенсорних волокон, які йдуть у складі змішаного великогомілкового нерва [13]. Така стимуляція призводить до активації сенсорних волокон Ia, що починаються від м'язових веретен і закінчуються безпосередньо на її мотонейронах, а також моторних волокон; при цьому реєструються такі м'язові відповіді: Н-відповідь (рефлекторна), що відображає проходження імпульсу по сенсорному та моторному нейронах через сегмент спинного мозку; М-відповідь (пряма), що відображає проходження імпульсу по моторному нейрону. Таким чином, за допомогою Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза можна оцінити стан сегментарного апарата попереково-крижового відділу спинного мозку, а також відповідних периферичних нервів, зокрема наявність та ступінь демієлінізації, аксональної дегенерації, компресії нервових волокон [3]. Дослідження динаміки спінальних рефлексів в умовах успішної адаптації до тривалого фізичного навантаження, а також за умов дезадаптації, може визначити дію факторів, що зумовлюють порушення функціонування нервово-м'язової системи, вчасно виявити ранні ознаки таких порушень.

Великою небезпекою для здоров'я спортсменів являються не виявлені в результаті медичного контролю відхилення в стані здоров'я; серйозна травма може виявитися чинником, який приведе до закінчення спортивної кар'єри [7]. Дослідники наголошують, що для зниження рівня спортивних травм мають бути розроблені та впроваджені стратегії запобігання травматизму, такі як модифікація часу практики з урахуванням умов оточуючого середовища, визначення відповідного часу відновлення та проведення регулярного медичного обстеження перед змаганнями; дотримання цих засобів профілактики дозволить звести ризик травми до мінімуму [8, 12].

Дослідники також вважають, що майбутнє кіберспортивної медицини пов'язане з розробкою платформ для оцінки стану здоров'я кіберспортсменів з метою оптимізації їхньої діяльності та покращення здоров'я [11]. З іншого

боку, кіберспортсмени та їхні команди все більше усвідомлюють важливість підтримки фізичного та психологічного здоров'я для оптимальної роботи та довготривалої кар'єри.

Електронеуроміографічне дослідження є важливою ланкою діагностики функціонування нервово-м'язової системи як для кіберспортсменів та програмістів, які проводять тривалий час за комп'ютером, так і для нетренованих осіб. Методика електронеуроміографії надає можливість виявлення м'язового напруження, що часто виникає у шиї, спині та зап'ястках через перенавантаження опорно-рухового апарату внаслідок тривалої роботи в положенні сидячи; корисною є також оцінка м'язової активності та ступеня стомлення під час виконання різноманітних завдань.

Вчасна діагностика порушень функціонування нервово-м'язової системи може допомогти виявити м'язові перенапруження та попередити можливі травми, а також оптимізувати тренувальні програми кіберспортсменів. Це дозволяє підтримувати оптимальний рівень продуктивності та забезпечити здоров'я м'язів у довгостроковій перспективі. Для нетренованих осіб дослідження за допомогою електронеуроміографічних методик може слугувати інструментом для моніторингу м'язової активності під час виконання фізичних вправ, оздоровчої рухової активності. Це може бути корисним для оптимізації програм рухової активності, уникнення перенапруження м'язів та травм, а також для визначення ефективності реабілітаційних заходів після травм або хвороб.

Дослідження за методикою електронеуроміографії може бути корисним для моніторингу стану опорно-рухового апарату та периферичної нервової системи кіберспортсменів, програмістів, а також здорових нетренованих осіб, дозволяючи виявляти фактори, що можуть впливати на їх продуктивність, такі як втома та стрес. Це допоможе оптимізувати робочі умови та підвищити ефективність роботи. Оцінка стану нервово-м'язової системи з використанням електронеуроміографічної методики під час проведення профілактичних та реабілітаційних заходів може надати важливу інформацію для лікарів та реабілітологів щодо профілактики та лікування травм скелетно-м'язового апарату, таких як тунельний синдром карпального каналу.

Проводилися дослідження з отриманням електронеуроміографічних показників у спортсменів різних спеціалізацій [4, 5], але недостатньо вивченими залишаються особливості функціонування нервово-м'язової системи у *групах кіберспортсменів та IT спеціалістів в порівнянні з нетренованими особами*. Не було також проведено визначення сили великих груп м'язів тулуба та кінцівок у спортсменів, що спеціалізуються у кіберспорті.

Таким чином, перспективним і актуальним вбачається дослідження особливостей функціонування нервово-м'язової системи за допомогою методики електронеуроміографії в поєднанні з визначенням сили великих груп м'язів тулуба та кінцівок в групах кіберспортсменів, IT спеціалістів та



нетренованих осіб, що може дозволити діагностувати порушення функціонування нервово-м'язової системи, надати рекомендації для оптимізації тренувальної та робочої діяльності та допомогти у попередженні можливих травм.

**Мета.** Дослідження особливостей функціонування нервово-м'язової системи за допомогою методики електронейроміографії, а також визначення сили великих груп м'язів тулуба та кінцівок у груп кіберспортсменів, IT спеціалістів та нетренованих осіб.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У дослідженні прийняла участь 41 особа чоловічої статі, а саме три групи: група КІБ (14 кіберспортсменів), група IT (13 осіб, IT спеціалістів), і група НТ (14 нетренованих осіб) віком 17-25 років. Дослідження проводилося на базі Науково-дослідного інституту НУФВСУ у відповідності до міжнародних норм та законодавства України. Кожна особа була проінформована щодо засобів, мети та порядку проведення дослідження та надала письмову згоду на участь у дослідженні. Проводилось електронейроміографічне дослідження (ЕНМГ) та вимірювання сили великих груп м'язів тулуба та кінцівок.

Електронейроміографічне дослідження проводили за допомогою комп'ютерного електронейроміографа M-Test DXSystems (Україна). Використовували методику Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза гомілки та методику визначення швидкості проведення нервового імпульсу (*ШПН*) по моторних волокнах серединного нерва верхньої кінцівки (*n. medianus*) [13, 14, 15]. Н-рефлекс викликали біполярною черезшкірною стимуляцією великогомілкового нерву нижньої кінцівки (*n. tibialis*) у підколінній ямці (поодиноким прямокутним імпульсом тривалістю 1 мс з інтервалами між імпульсами не менше 10 с). Аналізували наступні ЕНМГ-параметри: пороги виникнення Н-відповіді (моносинаптичної рефлекторної відповіді, які йдуть у складі змішаного нерву) та М-відповіді (прямої відповіді м'яза на подразнення моторних волокон нерву), амплітуди максимальної Н-відповіді та максимальної М-відповіді, співвідношення порогів Н та М-відповідей, співвідношення амплітуд максимальних Н та М-відповідей, у %, швидкість проведення нервового імпульсу по моторних волокнах *n. medianus*, а також амплітуди м'язових відповідей м'язів підвищення великого пальця руки на стимуляцію моторних волокон *n. medianus* в проксимальній (ліктьовий згин) та дистальній (зап'ясток) точках верхньої кінцівки. Одержували показники для правої та лівої кінцівок. При дослідженні верхніх кінцівок тестований перебував в положенні сидячи, руки вільно розташовувалися на кушетці, а при дослідженні нижніх кінцівок – у положенні лежачи на животі, стопи вільно звисали з кушетки.

Вимірювали силу великих груп м'язів тулуба та кінцівок за допомогою комплексу BackCheck (Dr. Wolff, Німеччина) [10] проводили наступні тести:

екстензія, флексія та латерофлексія верхньої частини тулуба, штовхання та тяга, а також екстензія та абдукція стегна.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою описової статистики IBM SPSS Statistics, версія 26, з використанням непараметричних методів.

Наші дослідження були проведені відповідно до основних біоетичних норм Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення науковомедичних досліджень із поправками (2000, з поправками 2008), Універсальної декларації з біоетики та прав людини (1997), Конвенції Ради Європи з прав людини та біомедицини (1997). Письмова інформована згода була отримана у кожного учасника дослідження.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати досліджень функціонального стану нервово-м'язової системи в групах кіберспортсменів, ІТ спеціалістів та нетренованих осіб за електронейроміографічними показниками, а саме показниками Н-рефлексометрії, представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

#### Електронейроміографічні показники, Н-рефлексометрія (n=41), Me [25%; 75%]

Параметри	Норма	Бік тіла	Групи		
			КІБ	ІТ	НТ
Поріг Н-відповіді, мА	< 12 мА	правий	5,00 [4,00; 6,00]	7,00* [5,25; 9,00]	5,00 [3,00; 9,00]
		лівий	6,00 [4,50; 7,00]	7,00 [5,00; 9,50]	4,00 [3,00; 6,00]
Поріг М-відповіді, мА	< 20 мА	правий	4,00 [4,00; 10,00]	9,50* [7,75; 16,00]	8,00 [4,50; 10,75]
		лівий	9,00 [5,00; 11,00]	8,00 [7,50; 10,00]	5,00 [3,00; 10,00]
Амплітуда Н-відповіді, мВ	>3 мВ	правий	5,48 [4,41; 6,55]	5,24 [4,01; 6,70]	5,29 [4,46; 5,80]
		лівий	5,80 [4,73; 6,85]	5,19 [4,18; 8,29]	5,70 [4,75; 7,47]
Амплітуда М-відповіді, мВ	>3 мВ	правий	9,23 [7,97; 11,59]	10,49 [7,36; 11,97]	8,21 [6,84; 10,74]
		лівий	9,56 [7,51; 10,71]	10,52 [7,41; 11,76]	9,87 [8,02; 12,69]
Амплітуда Н <sub>max</sub> М <sub>max</sub> відповіді, %	40-100 %	правий	56,91 [52,48; 72,76]	63,45 [56,65; 72,63]	56,91 [53,47; 65,11]
		лівий	62,65 [56,62; 72,41]	64,01 [51,79; 67,51]	57,87 [52,85; 74,08]
Поріг Н/М, ум. од.	< 1	правий	0,69 [0,58; 0,78]	0,62 [0,56; 0,75]	0,67 [0,63; 0,75]
		лівий	0,70 [0,66; 0,78]	0,63 [0,58; 0,83]	0,67 [0,67; 0,78]

Примітки: \* засвідчує статистичну значущу різницю з групою КІБ (p<0,05)

Результати в таблиці 1 демонструють, що в переважній більшості осіб показники Н-рефлексометрії в межах норми, але у 21,43% (правий та лівий бік тіла) осіб з групи кіберспортсменів, у 23,08% (правий бік) та 15,38% (лівий бік) осіб з групи ІТ та у 7,14% (правий та лівий бік тіла) осіб з групи НТ спостерігалися збільшення та вихід за межі референтних значень порогів Н-відповідей (середні значення 15,67±1,15 мА (правий бік) 16,00±2,65 мА (лівий бік), 14,33±1,53 мА (правий бік) 16,50±2,12 мА (лівий бік) та 12 мА і 13 мА (правий та лівий бік) для групи кіберспортсменів, групи ІТ та групи НТ, відповідно). Також у 14,29% (правий та лівий бік) осіб з групи КІБ, у 15,38% (лівий бік) осіб групи ІТ, та у 35,71% (правий бік) 28,57% (лівий бік) групи нетренованих осіб спостерігалися зменшення та вихід за межі референтних значень амплітуди Н-відповіді (середнє значення 2,67±0,45 мВ (правий бік) та 2,23±0,86 мВ (лівий бік), 1,53±0,99 мВ (лівий бік), 1,87±0,58 мВ (правий бік) та 2,27±0,73 мВ (лівий бік), групи КІБ, групи ІТ та групи НТ, відповідно).

У 7,14% (правий та лівий бік тіла) осіб з групи КІБ, у 7,69% (правий бік) та 15,38% (лівий бік) осіб з групи ІТ, а також у 7,14% (лівий бік) в осіб групи НТ спостерігалися збільшення та вихід за межі референтних значень порогів М-відповідей (середні значення 22 та 25 мА (правий та лівий бік), 21 мА (правий бік), 25,50±0,71 мА (лівий бік), а також 21 мА (лівий бік), для групи кіберспортсменів, групи ІТ спеціалістів та групи нетренованих осіб, відповідно).

Що стосується співвідношення амплітуд максимальних Н- та М-відповідей, у 21,43% та 14,29% (правий та лівий бік, відповідно) осіб з групи кіберспортсменів, у 15,38% та 23,08% (правий та лівий бік, відповідно) осіб з групи програмістів та у 35,71% та 21,43% (правий та лівий бік, відповідно) осіб з групи нетренованих осіб спостерігалися зменшення та вихід за межі референтних значень цих показників (середні значення для груп КІБ, ІТ та НТ, відповідно 31,17±4,68% (правий бік) та 37,85±0,21% (лівий бік), 21,05±0,21% (правий бік), 23,50±14,39 (лівий бік) та 27,42±8,31% (правий бік), 19,27±3,46% (лівий бік)). У 71,43% та 42,86% (відповідно, правий та лівий бік) осіб з групи КІБ, у 30,77% та 23,08% (правий та лівий бік, відповідно) осіб з групи ІТ та у 7,14% та 28,57% (правий та лівий бік, відповідно) осіб з групи НТ спостерігалися збільшення та вихід за межі референтних значень співвідношень порогів Н- та М-відповідей (середні значення для кіберспортсменів становить 1,48±0,91 ум.од. (правий бік), 1,24±0,39 ум.од. (лівий бік), для програмістів 1,04±0,07 ум.од. (правий бік) 1,17±0,29 ум.од. (лівий бік) та для нетренованих осіб 1,13±0,25 ум.од (правий та лівий бік, відповідно).

Потрібно підкреслити, що середній показник відхилень, визначений за результатами методики Н-рефлексометрії, становив 27,14% та 20,00% в групі кіберспортсменів, 15,38% та 18,46% в групі ІТ спеціалістів та 17,14% і 18,57% в групі нетренованих осіб (з правого та лівого боку тіла, відповідно). Тобто

саме в групі кіберспортсменів виявлена найбільша частка осіб з порушеннями функціонування опорно-рухового апарату та периферичної нервової системи.

Відхилення показників електронейроміографії від стандартних значень може бути обумовлено таким комплексом факторів, що впливають на спинномозкові нерви крижового сплетення: компресія, ішемія та гіпоксія. Це може бути наслідком м'язової обструкції міжхребцевих дисків та компресії периферичних нервів м'язами тазового поясу і нижніх кінцівок.

Такі зміни в структурі моносинаптичної рефлекторної дуги частіше спостерігаються в аферентній частині, яка є більш чутливою до компресії. Патологічний процес, який є причиною виникнення такого синдрому, зазвичай починається внаслідок невідповідності навантаження та фізичних можливостей стабілізаційних м'язів спини, зокрема міжхребцевих – міжпоперечних та міжостистих [5]. Отримані результати узгоджуються з результатами досліджень інших авторів в групах спортсменів, які спеціалізуються в циклічних та складнокоординаційних видах спорту; відхилення від норми показників Н-рефлексометрії та загальні характеристики Н- і М-відповідей були аналогічними [2].

Результати досліджень функціонального стану нервово-м'язової системи за амплітудно-швидкісними показниками проведення імпульсу по серединному нерву в групах кіберспортсменів, ІТ спеціалістів та нетренованих осіб представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

**Амплітудно-швидкісні показники проведення імпульсу по серединному нерву (n=41), Me [25%; 75%]**

Параметри	Норма	Бік тіла	Групи					
			КІБ	ІТ	НТ	#КІБ	#ІТ	#НТ
Швидкість проведення імпульсу	>50 м/с	правий	55,77 [51,65; 60,00]	56,82 [54,95; 57,65]	59,09 [55,11; 63,74]	45,50	-	43,90
		лівий	58,00 [55,54; 61,79]	55,18 [52,32; 59,04]	59,76 <sup>^</sup> [56,57; 61,73]	-	45,7	45,20
Амплітуда м'язових відповідей на проксимальну стимуляцію, мВ	>5мВ	правий	8,72 [5,23; 13,91]	8,42 [6,66; 12,63]	7,43 [6,20; 9,66]	2,15 [1,65; 3,59]	3,45 [2,97; 4,17]	3,12* [2,52; 3,69]
		лівий	10,10 [8,91; 15,45]	9,66 [7,25; 15,19]	8,51 [7,41; 10,46]	3,83 [3,65; 4,22]	3,18 [2,67; 3,57]	3,50 [3,20; 3,65]
Амплітуда м'язових відповідей на дистальну стимуляцію, мВ	>5мВ	правий	9,29 [7,79; 11,68]	8,46 [7,64; 10,71]	7,73 [6,78; 11,78]	2,50	4,25 [3,79; 4,45]	2,69*
		лівий	11,25 [8,40; 12,49]	9,58 [7,39; 10,94]	9,31 [6,23; 10,32]	4,12 [3,45; 4,83]	3,68 [3,50; 3,80]	4,03* [3,81; 4,15]

**Примітки:** <sup>^</sup> засвідчує статистичну значущу різницю з групою ІТ (p<0,05); \* засвідчує статистичну значущу різницю з групою НТ; # відхилення параметрів від норми



Результати, представлені в таблиці 2, демонструють, що у певної частини осіб з групи кіберспортсменів, осіб з групи ІТ та нетренованих осіб спостерігалися зменшення та вихід за межі референтних значень швидкості проведення імпульсу (з правого боку, з лівого боку та з обох боків тіла, відповідно).

У частини осіб з групи КІБ, осіб групи ІТ та групи нетренованих осіб спостерігалося зменшення та вихід за межі референтних значень амплітуди м'язових відповідей на стимуляцію нерва в проксимальній точці (ліктьовий згин) та дистальній точці (зап'ясток) з обох боків тіла. Статистично значуща різниця між показниками підгрупи «норми» та підгрупи «з порушеннями» встановлена в групі нетренованих осіб. Отже, виявлені ознаки сегментарної демієлінізації моторних волокон, пов'язані із компресією серединного нерва в ділянках ліктьових згинів та зап'ястків з правого та лівого боків тіла.

В таблиці 3 представлені частки показників амплітудно-швидкісних показників проведення імпульсу по серединному нерву, що виходять за межі референтних значень в групах кіберспортсменів, ІТ спеціалістів та нетренованих осіб.

*Таблиця 3*

**Частка показників амплітуди та швидкості проведення імпульсу по серединному нерву по виходу за межі референтних значень, %**

Параметри	Бік тіла	Групи		
		#КІБ	#ІТ	#НТ
Швидкість проведення імпульсу	правий	7,14%	0%	7,14%
	лівий	0%	7,69%	7,14%
Амплітуда м'язових відповідей на проксимальну стимуляцію, мВ	правий	50,00%	38,46%	42,86%
	лівий	42,86%	61,54%	50,00%
Амплітуда м'язових відповідей на дистальну стимуляцію, мВ	правий	7,14%	23,08%	7,14%
	лівий	35,71%	30,77%	28,57%

**Примітки:** # відхилення параметрів від норми у %

За результатами, наведеними в таблиці 3, можна зазначити, що існують відмінності показників швидкості проведення нервового імпульсу по серединному нерву між групами, зокрема в групі нетренованих осіб у певної частини досліджуваних спостерігаються відхилення ШПІ від норми як з правого, так і з лівого боку тіла, тоді як в групі КІБ – тільки з правого, а в групі НТ – тільки з лівого боку тіла. Відомо, що величині швидкості проведення нервового імпульсу є переважно генетично обумовленими, тому можна припустити, що особи з високою швидкістю проведення імпульсу по

серединному нерву, який іннервує м'язи кисті та пальців, частіше обирали для себе шлях роботи з комп'ютером.

Середній показник відхилень, визначений за результатами визначення амплітуди м'язових відповідей на стимуляцію серединного нерву, становив 28,57% та 39,29% в групі кіберспортсменів, 30,77% та 46,16% в групі ІТ спеціалістів та 25,00% і 39,29% в групі нетренованих осіб (з правого та лівого боку тіла, відповідно). Тобто саме в групі ІТ спеціалістів спостерігалась найбільша частка осіб з порушеннями функціонування периферичної нервової системи верхньої кінцівки.

Варто зазначити, що в групі ІТ був найвищий серед усіх груп відсоток відхилень від норми амплітуди м'язових відповідей на проксимальну стимуляцію серединного нерву з лівого боку тіла. Якщо цей показник нижче норми, це може свідчити про наявність компресії серединного нерву в ділянці ліктьового суглобу внаслідок перенавантаження, наприклад, при тривалому сидінні за комп'ютером в незручній позі. Потрібно також підкреслити, що група ІТ у порівнянні з іншими групами мала найвищий відсоток відхилень від норми амплітуди м'язових відповідей на дистальну стимуляцію з правого боку тіла. Саме амплітуда м'язових відповідей на дистальну стимуляцію з правого боку тіла є важливим показником для людини, що працює з комп'ютером, а саме виконує рухові операції з комп'ютерною мишкою та клавіатурою. Якщо цей показник нижче норми, це свідчить про наявність компресії серединного нерву в зап'ястному каналі, що може бути наслідком тривалого навантаження та може призвести до тунельного синдрому карпального каналу, запалення сухожилків, больових синдромів у спині та шийного відділі хребта.

Аналіз результатів, отриманих при визначенні сили великих груп м'язів тулуба та кінцівок в групах кіберспортсменів, ІТ спеціалістів та нетренованих осіб (табл. 4), свідчить про те, що найвище значення сили великих груп м'язів тулуба у таких тестах, як екстензія тулуба, латерофлексія тулуба вліво, штовхання спостерігається в групі ІТ в порівнянні з іншими групами ( $p < 0,05$ ). Найнижче значення сили великих груп м'язів тулуба в тестах флексії тулуба та латерофлексії тулуба вліво виявлено в групі ІТ в порівнянні з іншими групами ( $p < 0,05$ ). В тесті тяги найнижче значення сили великих груп м'язів тулуба встановлено в групі кіберспортсменів ( $p < 0,05$ ). Показники сили м'язів нижніх кінцівок не мали статистично значущих відмінностей між групами досліджуваних осіб.

Такі результати дають підставу припускати, що сидячий спосіб життя (8-12 годин на день) кіберспортсменів та ІТ спеціалістів призводить до зменшення м'язового навантаження та розвитку стану гіподинамії та гіпокінезії. Такий стан може впливати на розвиток різних порушень та проблем зі здоров'ям у майбутньому. Отже, для запобігання таким негативним наслідкам рекомендується введення рухової активності у повсякденне життя цих груп осіб.

Таблиця 4

**Показники сили великих груп м'язів тулуба та кінцівок досліджуваних осіб (n=41), Me [25%; 75%]**

№	Групи	КІБ (n=14)	ІТ (n=13)	НТ (n=14)
	Параметри			
1.	Екстензія тулуба	47,75 [33,5; 56,37]	42,5* [28,00; 50,00]	50,75*^ [34,50; 67,25]
2.	Флексія тулуба	50,00 [36,37; 61,25]	43,00* [24,50; 48,50]	49,50^ [29,88; 63,00]
3.	Латерофлексія тулуба вправо	48,25 [35,75; 58,87]	34,00* [25,50; 48,50]	55,00^ [35,50; 63,25]
4.	Латерофлексія тулуба вліво	46,5 [36,75; 52,87]	30,00* [21,00; 58,00]	55,25*^ [34,63; 67,13]
5.	Штовхання	94,75 [81,63; 115,13]	93,00* [52,50; 104,00]	96,50*^ [85,25; 127,50]
6.	Тяга	61,75 [54,5; 73,5]	76,50* [55,00; 79,00]	82,00* [69,50; 93,75]
7.	Екстензія стегна правий бік	36,75 [24,00; 46,75]	40,50 [28,50; 41,50]	32,75 [20,13; 41,13]
8.	Екстензія стегна лівий бік	34,25 [22,00; 41,87]	29,50 [21,50; 44,50]	29,75 [21,25; 46,50]
9.	Відведення стегна правий бік	28,00 [19,75; 34,37]	22,50 [22,50; 36,50]	31,00 [23,75; 38,88]
10.	Відведення стегна лівий бік	27,00 [21,37; 32,00]	25,00 [19,50; 40,50]	29,75 [24,50; 39,13]

Примітки: \* засвідчує статистичну значущу різницю з групою КІБ ( $p < 0,05$ ); ^ засвідчує статистичну значущу різницю з групою ІТ.

### ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що в групах кіберспортсменів, ІТ спеціалістів та нетренованих осіб в переважній частині досліджуваних показники Н-рефлексометрії були в межах норми, але в середньому у 27% та 20% в групі кіберспортсменів, 15% та 18% в групі ІТ спеціалістів та 17% і 19% в групі нетренованих осіб (з правого та лівого боку тіла, відповідно) виявлені відхилення показників від референтних значень, а саме: збільшення порогів Н- та М-відповідей, зменшення амплітуди Н-відповіді, зменшення співвідношення амплітуд максимальних Н- та М-відповідей та збільшення співвідношення порогів Н- та М-відповідей. Такі результати можуть слугувати

діагностичною ознакою синдрому компресії спинномозкових нервів крижового сплетіння, викликаного впливом неадекватного навантаження на поперековий відділ хребта. Потрібно підкреслити, що саме в групі кіберспортсменів спостерігалась найбільша частка осіб з порушеннями функціонування опорно-рухового апарату та периферичної м'язової системи.

2. Показано, що в групах кіберспортсменів, ІТ спеціалістів та нетрених осіб в переважній частині досліджуваних показники швидкості проведення нервового імпульсу по моторних волокнах серединного нерва верхніх кінцівок були в межах норми, але в середньому у 7% в групі кіберспортсменів (з лівого боку тіла), 7% в групі ІТ спеціалістів (з правого боку тіла) та 7% групі нетрених осіб (з обох боків тіла) виявлено зниження та вихід за межі референтних значень величин швидкості. Виявлено також, що саме в групі ІТ спеціалістів була найбільша частка осіб зі зниженою амплітудою м'язових відповідей на стимуляцію серединного нерву, що може бути наслідком тривалого навантаження опорно-рухового апарату та свідчить про порушення функціонування периферичної нервової системи верхньої кінцівки.

3. Виявлено, що найвище значення сили великих груп м'язів тулуба у таких тестах, як екстензія тулуба, латерофлексія тулуба вліво, штовхання спостерігається в групі нетрених осіб в порівнянні з групами кіберспортсменів та ІТ спеціалістів, а найнижче значення сили великих груп м'язів тулуба в тестах флексії та латерофлексії тулуба вліво виявлено в групі ІТ спеціалістів в порівнянні з іншими групами. В тесті тяги найнижче значення сили великих груп м'язів тулуба встановлено в групі кіберспортсменів. Такі результати можуть свідчити про стан гіподинамії внаслідок сидячого способу життя кіберспортсменів та ІТ спеціалістів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Андрєєва О., Анохін Е., Бекар С. та ін. За заг. ред. Імаса ЄВ., Борисової ОВ., Шинкарук ОА. Режими рухової активності кіберспортсменів різного віку та профілактично-оздоровчі заняття із застосуванням засобів оздоровчо-рекреаційної рухової активності. Кіберспорт: монографія. К.: Олімп. л-ра, 2021; 616 с. ISBN 978-617-7492-15-2.
2. Колосова ЕВ., Халявка ТА. Електронейромиографическая характеристика квалифицированных спортсменов, специализирующихся в циклических и сложнокоординационных видах спорта. *Stiinta Cult Fizice*. Молдова. 2015;24(4):74-9
3. Колосова ЕВ, Халявка ТА, Лысенко ЕН. Электронейромиографические корреляты синдрома мышечной блокады межпозвонковых дисков у квалифицированных спортсменов. *Спортивная медицина*. 2016;(1):51-6.
4. Колосова ЕВ, Халявка ТА. Электронейромиографическая характеристика высококвалифицированных спортсменов-биатлонистов различных гендерных групп [Electroneuromyographic characteristics of highly skilled biathlon sportsmen of various gender groups]. *Спортивный вiсник Придніпров'я*. 2015;3:225-9.
5. Колосова ОВ, Лисенко ОМ, Гасанова СФ, Берінчик ДЮ. Електронейромиографічні критерії ризику травматизму у різних гендерних групах спортсменів, що спеціалізуються у боксі. *Спорт. медицина фіз. терапія та ерготерапія*. 2019;(1):55-62 DOI:10.32652/spmed.2019.1.55-62.

6. Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. К.:Олимп. л-ра. 2004:808.
7. Платонов ВН. Травматизм в спорте: проблемы и перспективы их решения. Спортивна медицина. 2006;1:54-77.
8. Шандригось ВІ, Латишев СВ. Травматизм та його профілактика у спортивній боротьбі. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. пр. Вінниця. 2014;18(2):228-33.
9. Abdalla S, Apramian SS, Cantley LF, et al. Occupation and risk for injuries. In: Injury Prevention and Environmental Health. 3rd ed. 2017. Chapter 6.
10. Dr. Wolff Sports & Prevention GmbH. Training diagnostic. URL: [https://www.drwolff.de/pdf/TD\\_2018\\_EN.pdf](https://www.drwolff.de/pdf/TD_2018_EN.pdf).
11. Emara AK, Ng MK, Cruickshank JA, Kampert MW, Piuze NS, Schaffer JL, King D. Gamer's Health Guide: Optimizing Performance, Recognizing Hazards, and Promoting Wellness in Esports. Curr Sports Med Rep. 2020 Dec;19(12):537-545. DOI:10.1249/JSR.0000000000000787.
12. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. J Athl Train. 2007 Apr-Jun;42(2):311-9.
13. Knikou M. The H-reflex as a probe: pathways and pitfalls. Journal of neuroscience methods. 2008; 171(1):1–12. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2008.02.012.
14. Lipa BM, Han JJ. Electrodiagnosis in neuromuscular disease. Physical medicine and rehabilitation clinics of North America. 2012. Aug;23 (3):565–587. DOI: 10.1016/j.pmr.2012.06.007.
15. Palmieri RM, Ingersoll CD, Hoffman MA. The hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. Journal of athletic training. 2004;39(3):268–277

#### REFERENCES

1. Andrieieva O., Anokhin E., Bekar S. та in. Za zah. red. Imasa YeV., Borysovoi OV., Shynkaruk OA. Rezhymy rukhovoї aktyvnosti kibersportsmeniv riznoho viku ta profilaktychno-ozdorovchi zaniattia iz zastosuvanniam zasobiv ozdorovcho-rekreatsiinoї rukhovoї aktyvnosti. Kibersport: monohrafiia. K.: Olimp. l-ra, 2021; 616 s. ISBN 978-617-7492-15-2 [in Ukrainian].
2. Kolosova OV., Khaliavka TA. Elektroneiromiograficheskaia kharakteristika kvalifitsirovannikh sportsmenov, spetsializiruyushchikhsya v tsiklicheskikh i slozhnokoordinatsionnikh vidakh sporta. Stiinta Cult Fizice. Moldova. 2015;24(4):74-9 [in Ukrainian].
3. Kolosova OV., Khaliavka TA., Lysenko OM. Elektroneiromiograficheskie korrelyati sindroma mishechnoi blokadi mezhpozvonkovykh diskov u kvalifitsirovannikh sportsmenov. Sportivnaya meditsina. 2016;(1):51-6 [in Ukrainian].
4. Kolosova OV., Khaliavka TA. Elektroneiromiograficheskaia kharakteristika visokokvalifitsirovannikh sportsmenov-biatlonistov razlichnikh gendernikh grupp [Electroneuromyographic characteristics of highly skilled biathlon sportsmen of various gender groups]. Sportivnii visnik Pridniprov'ya. 2015;3:225-9 [in Ukrainian].
5. Kolosova OV, Lysenko OM, Hasanova SF, Berinchyk DIu. Elektroneiromiografichni kryterii ryzyku travmatyzmu u riznykh hendernykh hrupakh sportsmeniv, shcho spetsializuiutsia u boksi. Sport. medytyna fiz. terapiia ta erhoterapiia. 2019;(1):55-62 DOI:10.32652/spmed.2019.1.55-62 [in Ukrainian].
6. Platonov VN. Systema podhotovky sportsmenov v olympyiskom sporte. Obshchaia teoriya y ee praktycheskye prylozheniya. K.:Olymp. l-ra. 2004:808 [in Ukrainian].



7. Platonov VN. Travmatyzm v sporte: problemy u perspektyvy ykh resheniya. Sportyvna medytsyna. 2006;1:54-77 [in Ukrainian].
8. Shandryhos VI, Latyshev SV. Travmatyzm ta yoho profilaktyka u sportyvni borotbi. Fizychna kultura, sport ta zdorovia natsii: zb. nauk. pr. Vinnytsia. 2014;18(2):228-33 [in Ukrainian].
9. Abdalla S, Apramian SS, Cantley LF, et al. Occupation and risk for injuries. In: Injury Prevention and Environmental Health. 3rd ed. 2017. Chapter 6.
10. Dr. Wolff Sports & Prevention GmbH. Training diagnostic. URL: [https://www.drwolff.de/pdf/TD\\_2018\\_EN.pdf](https://www.drwolff.de/pdf/TD_2018_EN.pdf).
11. Emara AK, Ng MK, Cruickshank JA, Kampert MW, PiuZZi NS, Schaffer JL, King D. Gamer's Health Guide: Optimizing Performance, Recognizing Hazards, and Promoting Wellness in Esports. Curr Sports Med Rep. 2020 Dec;19(12):537-545. DOI:10.1249/JSR.0000000000000787.
12. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. J Athl Train. 2007 Apr-Jun;42(2):311-9.
13. Knikou M. The H-reflex as a probe: pathways and pitfalls. Journal of neuroscience methods. 2008; 171(1):1–12. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2008.02.012.
14. Lipa BM, Han JJ. Electrodiagnosis in neuromuscular disease. Physical medicine and rehabilitation clinics of North America. 2012. Aug;23 (3):565–587. DOI: 10.1016/j.pmr.2012.06.007.
15. Palmieri RM, Ingersoll CD, Hoffman MA. The hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. Journal of athletic training. 2004;39(3):268–277.

*Стаття надійшла до редакції / The article was received 12.04.2024*