

Оцінка в реабілітаційному періоді функціонального стану опорно-рухового апарату та постурального балансу учасників бойових дій після травмування

УДК 612.741.16+612.816.3+612.76+612.84+616-072.7

О. В. Колосова, Н. М. Крушинська

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. Розглянуто стан опорно-рухового апарату легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій. *Мета.* Оцінка функціонального стану опорно-рухового апарату та постурального балансу легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій, в реабілітаційному періоді після травмування і виявлення можливих порушень за допомогою методів електронейроміографії та стабілометрії. *Методи.* Електронейроміографічне дослідження проводили за допомогою комп'ютерного електронейроміографа M-Test DX Systems (Україна). Використовували методику Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза нижньої кінцівки, а також визначення швидкості проведення нервового імпульсу по моторних волокнах великогомілкового та серединного нервів. Стабілометричне дослідження проводили з використанням стабілометричної платформи Nintendo Wii Board (Японія-Китай). *Результати.* Встановлено, що у значної частини групи легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій, спостерігалися відхилення електронейроміографічних показників від референтних значень: у 80 % осіб із групи виявлено підвищення порогів виникнення Н- і М-відповідей та зниження амплітуд максимальних Н- і М-відповідей, що може бути наслідком неадекватного навантаження на поперековий відділ хребта. У 40 % осіб із групи легкоатлетів-аматорів спостерігалися відхилення деяких стабілометричних показників основної вертикальної стійки від референтних значень, а саме – середнє положення центру тиску стоп у фронтальній площині було зміщено більше ніж на 10 мм вправо або вліво від центру платформи, що може бути ознакою прихованих порушень постурального балансу внаслідок травмування. В групі легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій, у більшості осіб виявлено відхилення електронейроміографічних та стабілометричних показників від норми, що свідчить про порушення функціонування опорно-рухового апарату. Існує необхідність регулярної оцінки постурального балансу та стану нервової і м'язової систем спортсменів для раннього виявлення порушень.

Ключові слова: електронейроміографія, Н-рефлекс, постуральний баланс, легкоатлети-аматори, учасники бойових дій.

Evaluation of the functional state of the musculoskeletal system and postural balance in excombatants after injury during the rehabilitation period

O. V. Kolosova, N. M. Krushynska

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Abstract. The article examines the state of the musculoskeletal system in war veteran amateur athletes. *Objective.* To evaluate the functional state of the musculoskeletal system and postural balance in war veteran amateur athletes during the rehabilitation period after injury and to identify possible disorders using the methods of electroneuromyography and stabilometry. *Methods.* The electroneuromyography study was performed using a computerised electroneuromyograph M-Test DX Systems (Ukraine). The method of the gastrocnemius H-reflex modulation was used, as well as measuring the speed of nerve impulse conduction along the motor branches of the tibial and median nerves. The stabilometry study was performed using the Nintendo Wii Balance

Board (Japan-China). *Results.* It was established that a significant part of the group of war veteran amateur athletes had deviations of electroneuromyographic indicators from the reference values: 80 % of the group demonstrated an increase in the H-reflex and M-wave thresholds and a decrease in the amplitude of the Mmax and Hmax responses, which may be a consequence of inadequate load on the lumbar spine. In 40 % of individuals from the group of amateur track and field athletes, deviations of some stabilometry indicators of the vertical stance from the reference values were observed, namely, the average position of the centre of foot pressure in the frontal plane was shifted by more than 10 mm to the right or left of the centre of the platform, which may be a sign of latent postural balance dysfunctions due to injury. In the group of war veteran amateur athletes, most of the individuals showed abnormalities in electroneuromyography and stabilometry parameters, which indicates a dysfunction of the musculoskeletal system. There is a need for regular assessment of postural balance and the state of the nervous and muscular systems of athletes for early detection of disorders.

Keywords: electroneuromyography, H-reflex, postural balance, amateur athletes, ex-combatants.

Постановка проблеми. Відомо, що тривала фізична активність викликає в організмі спортсмена морфофункціональні зміни, які збільшують його фізичну працездатність [4, 5]. Однак неадекватне навантаження глибоких м'язів спини може призвести до функціональних та структурних порушень опорно-рухового апарату (ОРА) спортсмена. Зокрема, компресія спинномозкових нервів поперекового та крижового сплетіння призводить до рухових та рефлекторних порушень м'язів таза та нижніх кінцівок, а також до втрати чутливості тканин; супутня компресія судин та нервів вегетативної системи призводить до ішемії, гіпоксії, больового синдрому та порушення роботи внутрішніх органів.

Функціональний стан нервової та м'язової систем спортсмена, його зміни у процесі адаптації до фізичного навантаження та після травмування можна оцінити за допомогою електронейроміографічного (ЕНМГ) методу з визначенням параметрів Н-рефлексу – моносинаптичної рефлекторної відповіді, що відводиться від м'яза в умовах електричної стимуляції низькопорогових сенсорних волокон, які йдуть у складі змішаного (що складається з сенсорних та моторних волокон) великогомілкового нерва [12].

Однією з причин перенапруження ОРА вважається м'язовий дисбаланс, що виникає внаслідок порушення координації м'язів-антагоністів у результаті довготривалого виконання однотипних тренувальних вправ та впливу травмуючих навантажень. М'язово-скелетні травми є одними із найсерйозніших проблем спортивної медицини, вони призводять до пропусків тренувань та змагань, а також до зниження спортивних результатів, їх лікування потребує великих економічних витрат [16]. Особливо схильні до отримання м'язово-скелетних травм гравці командних видів спорту з м'ячем, при цьому переважна більшість травм пов'язана з травмуванням м'язів та суглобів [7, 8,

11]. Хоча сьогодні не існує широко впровадженої специфічної превентивної тренувальної програми для запобігання травмування верхніх та нижніх кінцівок [6], доведена ефективність комплексних довготривалих програм, спрямованих на силове та пропріоцептивне тренування, для зниження кількості спортивних травм більше ніж вполовину [14].

Для контролю за ефективністю тренувальних та реабілітаційних процесів з дослідженням механізмів постурального контролю успішно використовують стабілометричний метод [1, 19]. У постуральній регуляції задіяні різні функціональні системи організму: опорно-рухова, центральна та периферична нервова системи. Серед органів чуття необхідно особливо відмітити зорову та пропріоцептивну системи, котрі несуть основне навантаження; при поворотах та нахилах голови має значення також і вестибулярний апарат. Центральна нервова система (ЦНС) здійснює інтеграцію всіх сенсорних сигналів, що надходять із різних рецепторів тіла, та формує рухові імпульси для постуральних м'язів з метою забезпечення стійкості положення тіла [9]. Характеристики коливань (амплітуда, частота, напрямок) є чутливими параметрами, що відображають стан різних систем, які беруть участь у підтриманні балансу тіла [10].

Отже, не викликає сумнівів необхідність діагностики стану ОРА легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій, з метою своєчасного виявлення порушень його функціонування, а також розробки та моніторингу ефективності індивідуальної тренувальної та реабілітаційної програми.

Роботу виконано у Науково-дослідному інституті НУФВСУ відповідно до тематичного плану наукових досліджень та розробок, які виконує Національний університет фізичного виховання та спорту України за рахунок коштів державного бюджету у 2023–2024 рр. за темою «Прогнозу-

вання стресореактивності спортсменів та військовослужбовців в умовах періоду глобальних змін і невизначеності за психофізіологічними та нейрофізіологічними критеріями» (номер держреєстрації № 0123U102226).

Мета дослідження — оцінка функціонального стану опорно-рухового апарату та постурального балансу легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій, в реабілітаційному періоді після травмування і виявлення можливих порушень за допомогою методів електронейроміографії та стабілометрії.

Для досягнення поставленої мети необхідно було оцінити функціональний стан сегментарного апарату попереково-крижового відділу спинного мозку спортсменів-аматорів, визначити швидкісні показники проведення нервового імпульсу по моторних волокнах нервів верхніх та нижніх кінцівок, а також оцінити постуральний баланс спортсменів-аматорів та виявити можливі порушення функціонування ОРА.

Методи й організація дослідження. У дослідженні брали участь 10 легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій, чоловіків, середній вік $35,0 \pm 6,2$ року, які проходили курс реабілітації з використанням спеціально підібраних легкоатлетичних тренувань [13]. У всіх обстежених домінуючою верхньою кінцівкою була права.

Електронейроміографічне дослідження проводили за допомогою комп'ютерного електронейроміографа M-Test DX Systems (Україна). Використовували методику Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза нижньої кінцівки (*m. soleus*) [12, 18]. Н-рефлекс викликали біполярною черезшкірною стимуляцією великогомілкового нерва нижньої кінцівки (*n. tibialis*) у підколінній ямці (поодиноким прямокутним імпульсом тривалістю 1 мс з інтервалами між імпульсами не менше 10 с). Використовували також методику визначення швидкості проведення нервового імпульсу (ШПІ) по моторних волокнах *n. tibialis* та серединного нерва верхньої кінцівки (*n. medianus*) [15]. Під час дослідження верхніх кінцівок тестований перебував у положенні сидячи, руки вільно розташовувалися на кушетці, а у ході дослідження нижніх кінцівок — у положенні лежачи на животі, стопи вільно звисали з кушетки.

Аналізували такі показники Н-рефлексометрії: порогові виникнення Н-відповіді та М-відповіді (прямої відповіді м'яза на подразнення моторних волокон нерва), амплітуди максимальної Н-відповіді та максимальної М-відповіді. Одержували індивідуальні показники для правої та лівої кінцівок, а в подальшому розраховували середні показники для певної групи.

Визначали швидкість проведення нервового імпульсу по моторних волокнах *n. tibialis* на ділянці гомілки та *n. medianus* на ділянці передпліччя (ліктьовий згин—зап'ясток), а також амплітуди м'язових відповідей м'язів підвищення великого пальця руки на ортодромну стимуляцію моторних волокон *n. medianus* в проксимальній (ліктьовий згин) та дистальній (зап'ясток) точках верхньої кінцівки. Одержували показники для правої та лівої кінцівок.

Стабілометричне дослідження проводили за допомогою стабілометричної платформи Nintendo Wii Board (Японія-Китай). Дослідження проводили в умовах прямої вертикальної стійки, яку в стабілометрії зазвичай позначають терміном «основна стійка». Під час тесту спортсмен стояв на стабілоплатформі без взуття, руки вздовж тулуба. Проводили чотири проби: основна вертикальна стійка із широкою базою опори (відстанню між стопами), а саме — зручним положенням стоп на ширині плечей, з розплющеними та заплющеними очима; вертикальна стійка зі звуженою базою опори, а саме — стопи разом, з розплющеними та заплющеними очима. Час реєстрації кожної проби дорівнював 20 с.

Для кожної проби визначали такі стабілометричні показники: X_c , мм — середнє положення центру тиску стоп (ЦТС) по осі абсцис (у фронтальній площині), Y_c , мм — середнє положення ЦТС по осі ординат (у сагітальній площині); XSD , мм — розкид (середнє квадратичне відхилення) у фронтальній площині, YSD , мм — розкид (середнє квадратичне відхилення) у сагітальній площині. Для оцінки залежності певної величини від зорової депривації та звуження бази опори на платформу проводили 2-факторний дисперсійний аналіз. При цьому міжгруповими факторами виступали наявність зорового контролю, яка мала дві категорії — розплющені та заплющені очі і ширина вертикальної стійки, що складалася з двох рівнів — широка і вузька база опори на платформу.

Статистичний аналіз даних здійснювали за допомогою програми SPSS 17.0. Під час проведення комплексних біологічних обстежень з участю спортсменів дотримувалися розробленої в НДІ НУФВСУ «Програми комплексного біологічного дослідження особливостей функціональних можливостей спортсменів», а також законодавства України про охорону здоров'я та Гельсінкської декларації 2000 р., директиви Європейської Спілки 86/609 відносно участі людей у медико-біологічних дослідженнях.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз результатів показав, що у 80 % осіб

ТАБЛИЦЯ 1 – Показники Н-рефлексометрії в групі спортсменів-аматорів, учасників бойових дій, mean ± se, n = 8

Показник	Бік тіла	Референтні значення	Група «3 порушеннями»
Поріг Н-відповіді, мА	Правий	< 12мА	25,3 ± 3,5
	Лівий	< 12мА	25,3 ± 2,4
Поріг М-відповіді, мА	Правий	< 20мА	35,0 ± 4,2
	Лівий	< 20мА	24,0 ± 1,0
Амплітуда максимальної Н-відповіді, мВ	Правий	> 3 мВ	1,28 ± 0,36
	Лівий	> 3 мВ	0,63 ± 0,30
Амплітуда максимальної М-відповіді, мВ	Правий	> 3 мВ	2,0 ± 0,4
	Лівий	> 3 мВ	1,2 ± 0,4
Співвідношення порогів Н- та М-відповідей, ум. од.	Правий	< 1	1,31 ± 0,13
	Лівий	< 1	1,85 ± 0,35
Співвідношення амплітуд максимальних Н- та М-відповідей, %	Правий	> 40 %	14,2 ± 11,2
	Лівий	> 40 %	5,3 ± 3,2

ТАБЛИЦЯ 2 – Показники швидкості проведення нервового імпульсу (ШПІ) по *n. tibialis* та *n. medianus* у легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій (mean ± se), n = 10

ШПІ	Норма	Бік тіла	Група
Швидкість проведення нервового імпульсу (ШПІ) по <i>n. tibialis</i> , м · с ⁻¹	35–55	Правий	40,9 ± 0,9
		Лівий	39,4 ± 2,2
Швидкість проведення нервового імпульсу (ШПІ) по <i>n. medianus</i> , м · с ⁻¹	45–65	Правий	54,3 ± 1,7
		Лівий	55,0 ± 2,4

із групи легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій, спостерігалися відхилення показників Н-рефлексометрії від референтних значень, а саме – суттєве підвищення порогів виникнення Н- і М-відповідей та співвідношень порогів виникнення Н- і М-відповідей, значне зниження амплітуд максимальних Н- і М-відповідей і співвідношень амплітуд максимальних Н- і М-відповідей (табл. 1). Таким чином, порушення стосувалися структур як аферентної, так і еферентної частин нервів попереково-крижового відділу спинного мозку. Двосторонні аномалії (з обох боків тіла) були виявлені у 50 % обстежуваних із групи, а односторонні – у 30 %.

Такі відхилення показників Н-рефлексометрії від норми є ознакою сегментарної демієлінізації та аксональної дегенерації моторних та сенсорних волокон великогомілкового нерва внаслідок компресії спинномозкових або периферичних нервів крижового сплетіння паравертебральними м'язами або розташованими по ходу нервів м'язами тазового поясу та нижніх кінцівок. Патологічний процес, що супроводжує компресійний синдром, зазвичай починається внаслідок невідповідності навантаження та фізичних можливостей стабілізаційних м'язів спини. У всіх спортсменів-аматорів з відхиленням показників Н-рефлексометрії від норми регулярно спостері-

галися дискомфорт та біль в нижній частині спини, а у деяких також у ділянці стегна.

Отримані результати узгоджуються з результатами наших попередніх досліджень у групах спортсменів, що спеціалізуються у інших видах спорту, та в інших групах легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій [2, 3]. Потрібно відмітити, що в досліджуваній нами групі були виявлені порушення функціонування в структурах як аферентної, так і еферентної частин великогомілкового нерва, на відміну від попередньої групи легкоатлетів-аматорів, тобто наслідки компресії були більш вираженими.

Виявлено, що величини швидкості нервового імпульсу по великогомілковому нерву (*n. tibialis*) та серединному нерву (*n. medianus*) у легкоатлетів-аматорів знаходились в межах референтних значень (табл. 2). Амплітудні показники м'язових відповідей на стимуляцію моторних волокон *n. medianus* також були в межах норми, але спостерігалася тенденція до відносного зменшення амплітуд проксимальних відповідей порівняно з дистальними, що може бути ранньою ознакою певної компресії нерва в ділянках ліктьових суглобів (табл. 3).

Встановлено, що показники сили великих груп м'язів загалом у групі були в межах рефе-

ТАБЛИЦЯ 3 – Амплітудні показники м'язових відповідей на стимуляцію моторних волокон *n. medianus* у легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій (mean ± se), n = 10

ШПІ	Норма	Бік тіла	Група
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію моторних волокон, проксимальна точка стимуляції, мВ	> 5	Правий	7,6 ± 1,9
		Лівий	7,0 ± 1,4
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію моторних волокон, дистальна точка стимуляції, мВ	> 5	Правий	10,3 ± 1,4
		Лівий	9,8 ± 1,3

ТАБЛИЦЯ 4 – Показники сили великих груп м'язів тулуба спортсменів-аматорів, учасників бойових дій, mean ± se, n = 10

Тест	Референтні значення	Вся група, n = 10
Екстензія тулуба	> 45	57,3 ± 4,7
Флексія тулуба	> 35	66,2 ± 4,9
Латерофлексія тулуба вправо	> 30	63,8 ± 4,0
Латерофлексія тулуба вліво	> 30	66,5 ± 5,0
Штовхання	> 65	120,3 ± 11,1
Тяга	> 55	94,6 ± 7,7
Екстензія стегна, правий бік тіла	> 40	52,9 ± 5,0
Екстензія стегна, лівий бік тіла	> 40	55,9 ± 5,4
Абдукція стегна, правий бік тіла	> 35	37,5 ± 4,2
Абдукція стегна, лівий бік тіла	> 35	41,3 ± 4,3

ТАБЛИЦЯ 5 – Кореляційні зв'язки сили великих груп м'язів тулуба та показників Н-рефлексометрії в групі спортсменів-аматорів, учасників бойових дій, n = 10

Показник	Амплітуда максимальної Н-відповіді, %	
	Правий бік	Лівий бік
Максимальна сила м'язів плечового поясу у тесті «Тяга», кг	0,714* 0,047	0,683* 0,049

Примітки: *статистична значущість коефіцієнта кореляції $p < 0,05$. У стовпчик розташовані: коефіцієнт кореляції за Спірменом, статистична значущість коефіцієнта кореляції

рентних значень (табл. 4), при цьому виявлено статистично значущу позитивну кореляцію показників сили м'язів, які беруть участь в тесті «Тяга», та амплітуди максимальної Н-відповіді з правого та лівого боків тіла, що може свідчити про однаково спрямовані зміни функціонального стану периферичної нервової системи та сили м'язів при неадекватному навантаженні або травмуванні опорно-рухового апарату (табл. 4, 5).

Аналіз результатів досліджень показав, що у більшості спортсменів із групи легкоатлетів-аматорів стабілометричні показники в основній вер-

ТАБЛИЦЯ 6 – Результати дисперсійного аналізу впливу зорового контролю та ширини стійки на стабілометричні показники легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій

Параметр	Фактор					
	Зоровий контроль		Ширина стійки		Зоровий контроль /Ширина стійки	
	F	p	F	p	F	p
Xc, мм	0,661	0,422	4,453	0,043*	0,641	0,429
Yc, мм	0,571	0,455	0,038	0,846	0,004	0,948
XSD, мм	9,833	0,004**	133,471	0,000**	2,881	0,099
YSD, мм	26,188	0,000**	1,493	0,231	0,200	0,658

Примітка. Статистична значущість впливу фактора * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

тикальній стійці знаходилися в межах норми, але у 40 % осіб спостерігалися відхилення деяких параметрів від референтних значень, а саме – центр тиску стоп у фронтальній площині був зміщений на понад 10 мм праворуч або ліворуч від центральної поздовжньої осі платформи. У 70 % спортсменів центр тиску стоп у фронтальній площині також істотно переміщувався при звуженні бази опори на платформу. Таке зміщення центру статокінезіограми може бути ознакою прихованих порушень постурального балансу та між'язової координації внаслідок реакції опорно-рухового апарату на дію неадекватного навантаження або травмування.

За результатами дисперсійного аналізу впливу зорової депривації та ширини стійки на стабілометричні показники спортсменів фактор зорового контролю мав статистично значущий вплив на розкид у фронтальній та сагітальній площинах, тобто при заплучених очах площа статокінезіограми була більшою, ніж за умов розплучених очей (табл. 6). Це узгоджується із результатами, отриманими під час дослідження постурального балансу здорових осіб із середнім рівнем фізичної активності, за якими площа статокінезіограми збільшувалась під впливом зорової депривації [17]. Фактор ширини стійки, що пов'язаний зі зручністю пози, мав статистично значущий вплив на середнє значення розташування ЦТС та розкид у фронтальній площині. Таким чином, при переході до більш складної звуженої стійки центр тиску стоп істотно переміщувався та збільшувались його медіолатеральні коливання (див. табл. 6). Не було виявлено впливу взаємодії факторів зорової депривації та ширини стійки на стабілометричні показники.

Встановлено статистично значущу негативну кореляцію величин переміщень центру тиску стоп у фронтальній площині при звуженні бази опори (тобто при ускладненні стійки) та амплітудами максимальних Н-відповідей. Аналогічну кореляцію показано між величинами розкиду в сагітальній площині в складних умовах звуженої бази опори і зорової депривації та амплітудою максимальної М-відповіді. Отже, чим кращий був функціональний стан периферичної нервової та м'язової систем, тим вищий рівень постурального балансу спортсмена-аматора було виявлено (табл. 7).

Отже, дані, отримані за допомогою електронейроміографічного та стабілометричного методів дослідження, дозволяють оцінити функціональний стан ОРА та периферичної нервової системи спортсменів, виявити порушення внаслідок дезадаптації до фізичного навантаження або

ТАБЛИЦЯ 7 – Кореляційні зв'язки показників стабілометрії та Н-рефлексометрії в групі спортсменів-аматорів, учасників бойових дій, n = 10

Показник	Амплітуда максимальної Н-відповіді, правий бік тіла, мВ	Амплітуда максимальної М-відповіді, лівий бік тіла, мВ
Переміщення ЦТС у фронтальній площині при звуженні бази опори, очі розплющені, мм	-0,762* 0,028	
Переміщення ЦТС у фронтальній площині при звуженні бази опори, очі заплющені, мм	-0,857* 0,007	
Розкид в сагітальній площині, звужена база опори, очі заплющені, мм		-0,778* 0,014

Примітка. *Статистична значущість коефіцієнта кореляції $p < 0,05$. У стовпчик розташовані: коефіцієнт кореляції за Спірменом, статистична значущість коефіцієнта кореляції

травмування. Такі результати стануть у нагоді тренерам та спортивним лікарям для розробки індивідуальної тренувальної та реабілітаційної програми, спрямованої на збереження здоров'я кожного спортсмена та його повернення до повноцінної тренувальної діяльності.

Висновки:

1. Встановлено, що у 80 % осіб із групи легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій, є відхилення показників Н-рефлексометрії від референтних значень – підвищення порогів виникнення Н- і М-відповідей та співвідношень порогів виникнення Н- і М-відповідей, зниження амплітуд максимальних Н- і М-відповідей і співвідношень амплітуд максимальних Н- і М-відповідей, що може слугувати ознакою синдрому компресії моторних та сенсорних волокон спинномозкових або периферичних нервів крижового сплетіння.

2. Виявлено, що у значної частини групи легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій, стабілометричні показники виходять за межі референтних значень, а саме – у 40 % осіб є відхилення положення центру тиску стоп від центру коор-

динат на понад 10 мм у фронтальній площині в основній вертикальній стійці; у 70 % осіб із обстежуваної групи спостерігається значне переміщення ЦТС в умовах звуження бази опори на платформу. Це може бути ознакою порушення постурального балансу та міжм'язової координації внаслідок реакції ОРА на дію неадекватного навантаження або травмування.

3. Ускладнення умов вертикальної стійки, такі як зорова депривація та звуження бази опори тіла, призводять до змін амплітудно-швидкісних параметрів коливань у фронтальній і сагітальній площинах, при цьому зорова депривація призводить до збільшення площі статокінезіограми, а зміна ширини стійки – до переміщення центру тиску стоп у фронтальній площині та збільшення його медіалатеральних коливань.

4. Виявлено статистично значущу кореляцію показників стабілометрії та Н-рефлексометрії, а також сили великих груп м'язів тулуба та показників Н-рефлексометрії, що свідчить про подібно спрямовані зміни функціонального стану периферичної нервової системи, сили м'язів та рівня постурального балансу при неадекватному навантаженні або травмуванні ОРА та підтверджує важливість регулярного комплексного обстеження спортсменів-аматорів.

Таким чином, існує необхідність регулярної оцінки постурального балансу, стану опорно-рухового апарату та периферичної нервової системи легкоатлетів-аматорів, учасників бойових дій, що зазнали травмування, для раннього виявлення порушень та проведення моніторингу ефективності реабілітаційних заходів, а також розробки та широкого використання комплексу вправ, спрямованих на розвиток стійкості, з використанням методу біологічного зворотного зв'язку.

Перспективи подальших досліджень передбачають вивчення ефективності різних тренувальних та реабілітаційних програм, спрямованих на збереження здоров'я спортсменів-аматорів, учасників бойових дій, та їх соціальну інтеграцію.

Література.

1. Болобан ВН, Мистулова ТЕ. Стабілографія: досягнення і перспективи [Stabilography: achievements and prospects]. Наука в олімпійському спорті. 2000; Спеціальний випуск; 5–13.

2. Колосова ОВ, Федорчук СВ, Когут ІО, Крушинська НМ, Прима ІІ. Оцінювання сенсомоторного реагування учасників бойових дій з різним рівнем наявного стресу [Assessment of sensorimotor response of combatants with different levels of stress]. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2023;2:88-93. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2023.2.88-93>

3. Колосова ЕВ, Халявка ТА. Електронейромиографіческая характеристика квалифицированных спортсменов, специализирующихся в циклических и сложнокоординационных видах спорта [Electroneuromyographic specification of qualified athletes specialized in cyclic and difficult coordination of sports types]. *Știința Culturii Fizice*. 2015;24 (4):74-79.

4. Уилмор ДХ, Костилл ДЛ. Физиология спорта [Sports physiology]. Киев: Олімпійська літ.; 2001. 503 с.

5. Шинкарук ОА, Лисенко ОМ, Гуніна ЛМ, Карленко ВП, Земцова ІІ, Олішевський СВ. та ін. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту [Medical and biological support for preparation of athletes of the national teams of Ukraine in Olympic sports]. Київ: Олімпійська л-ра; 2009. 144 с.

6. Ageberg E, Bunke S, Nilsen P, Donaldson A. Planning injury prevention training for youth handball players: application of the generalisable six-step intervention development process. *Injury Prevention*; 2020. P. 1-6. doi: 10.1136/injuryprev-2019-043468

7. Aman M, Forssblad M, Larsén K. Incidence and body location of reported acute sport injuries in seven sports using a national insurance database.

Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. 2018;28:1147-1158.

8. Bergeron MF, Mountjoy M, Armstrong N, et al. International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *British Journal of Sports Medicine*. 2015;49:843-851.

9. Błaszczyk JW, Beck M, Sadowska D. Assessment of postural stability in young healthy subjects based on directional features of posturographic data: Vision and gender effects. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*. 2014;74:433-442.

10. Garkavenko VV, Gorkovenko AV, Kolosova EV, et al. Modifications of the stabilogram during upright standing posture under conditions of inclines of the support surface. *Neurophysiology*. 2012;44:131-137. <https://doi.org/10.1007/s11062-012-9279-8>

11. Goes RA, Lopes LR, Cossich VRA, de Miranda VAR, Coelho ON, do Carmo Bastos R, Domenis LAM, Guimarães JAM, Grangeiro-Neto JA, Perini JA. Musculoskeletal injuries in athletes from five modalities: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2020;21(1):122. doi: 10.1186/s12891-020-3141-8

12. Knikou M. The H-reflex as a probe: pathways and pitfalls. *Journal of neuroscience methods*. 2008;171(1):1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2008.02.012>

13. Krushynska N, Kohut I, Goncharenko Ie. Impact of physical and sports rehabilitation on the level of physical fitness of combatants. *Slobozhanskyi*

olena_kolos@ukr.net
krushynskanatalia@ukr.net

Herald of Science and Sport. 2022;27(1):42-47. <https://doi.org/10.15391/sns.v.2023-1.006>

14. Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*. 2014;48:871-877. doi:10.1136/bjsports-2013-092538

15. Lipa BM, Han JJ. Electrodiagnosis in neuromuscular disease. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*. 2012;23(3):565-87. doi: 10.1016/j.pmr.2012.06.007

16. Lisman PJ, de la Motte SJ, Gribbin TC. A systematic review of the association between physical fitness and musculoskeletal injury risk: part 1-cardiorespiratory endurance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2017;31(6):1744-1757

17. Onofrei RR, Amaricai E. Postural Balance in Relation with Vision and Physical Activity in Healthy Young Adults. *International journal of environmental research and public health*. 2022;19(9):5021. doi: 10.3390/ijerph19095021.

18. 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.

19. Zemková E. Sport-specific balance. *Sports Medicine*. 2014;44(5):579-90. doi: 10.1007/s40279-013-0130-1

Надійшла 09.02.2024