

УДК 796.015:612.81(045)

DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2026-1-102-110

Ілля Олександрович Шпенков

Національний університет фізичного виховання і спорту України
shpenkovilya27@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-7526-0097>

Володимир Миколайович Ільїн

Національний університет фізичного виховання і спорту України
Міжнародний центр астрономічних та медико-біологічних досліджень
ilyin_nufvsu@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7140-0659>

НЕЙРОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ І СТАН АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У ЮНИХ АКРОБАТІВ НА ЕТАПІ ПОПЕРЕДНЬОЇ БАЗОВОЇ ПІДГОТОВКИ

Мета роботи – провести комплексну оцінку нейродинамічних і вегетативних показників для вияву психофізіологічних і нейрофізіологічних особливостей юних акробатів на етапі попередньої базової підготовки. **Методи дослідження.** Обстежено 8 юних спортсменів віком від 7 до 13 років, які спеціалізуються в спортивній акробатиці. Кардіоритмографічні дослідження проводились за допомогою програмно-апаратного комплексу «Гармонія». Індивідуально-типологічні характеристики вищої нервової діяльності та нейродинамічні властивості спортсменів досліджувались за допомогою комп'ютерної системи „Діагност-1”. **Результати.** На етапі попередньої базової підготовки стан вегетативної регуляції у юних акробатів характеризується переважанням парасимпатичної активності, що свідчить про достатню адаптацію до тренувальних навантажень на етапі попередньої підготовки. В той же час у них відмічається стан помірної напруги регуляторних систем, коли для адаптації до фізичних навантажень організму потрібні додаткові функціональні резерви. Значення латентних періодів простої і складної зорово-моторних реакцій час моторної реакції і центральної обробки інформації у юних спортсменів відповідають віковій нормі. В той же час середні рівні ФРНП і СНП знаходяться в діапазоні низьких значень і дорівнюють відповідно 57 сигн./хв. і 47 %. Виявлені 32 середніх і 11 сильних кореляційних зв'язків між показниками вегетативного забезпечення серцевого ритму та психофізіологічними реакціями. Наявність середніх і сильних зв'язків між психофізіологічними та ритмокардіографічними показниками свідчить про формування у юних спортсменів вже на етапі попередньої базової підготовки специфічної функціональної системи, відповідальної за адаптацію до напруженої м'язової діяльності в акробатиці. **Висновки.** У юних спортсменів вже на етапі попередньої базової підготовки відбувається формування специфічної функціональної системи, відповідальної за адаптацію до напруженої м'язової діяльності в акробатиці. Комплексна оцінка нейродинамічних і вегетативних показників може бути використана для індивідуального моніторингу стану спортсменів і корекції тренувального процесу з метою оптимізації адаптації до фізичних навантажень.

Ключові слова: акробати, адаптація, система функціональна, вегетативне забезпечення серцевого ритму, функції психофізіологічні.

Вступ. Процес адаптації до напруженої м'язової діяльності характеризується наявністю певних етапів [5]. На цих етапах виникають перехідні функціональні стани, в яких формується взаємозв'язок відповідних систем організму, що забезпечують рухові функції, як результат діяльності в даному виді спорту [1]. Функціональний стан людини в умовах напруженої м'язової складається з різних складових і характеризується в умовах високої інтенсивності фізичних навантажень підвищеними вимогами до вегетативного забезпечення нейродинамічних та психофізіологічних функцій [9]. Аналіз сучасних досліджень в галузі фізіології спорту та спортивної медицини свідчить, що більшість робіт, присвячених спортивній тематиці, стосуються окремих характеристик функціонального стану спортсменів в різних умовах тренувальної та змагальної діяльності [12].

Однак, в багатьох дослідженнях відсутні інтегральні критерії функціонального, і, зокрема, психофізіологічного стану спортсменів за результатами комплексної оцінки. Тому стає очевидним необхідність комплексного дослідження нейрофізіологічних, нейродинамічних та участі механізмів автономної нервової системи і їх взаємодії за умови переробки інформації різної модальності та складності.

Мета. Провести комплексну оцінку нейродинамічних і вегетативних показників для вияву психофізіологічних і нейрофізіологічних особливостей юних акробатів на етапі попередньої базової підготовки.

Методи дослідження. Обстежено 8 юних спортсменів віком від 7 до 13 років (7 дівчат і 1 хлопець), які спеціалізуються в акробатиці. Всі спортсмени перебувають на етапі попередньої базової підготовки. Дослідження проводилось на базі спортивного клубу «AcroStudio».

Кардіоритмографічні дослідження проводились за допомогою програмно-апаратного комплексу «Гармонія/Оракул» (АС №95334 від 14.01.2020 р., АС №47857 від 18.02.2013 р.) [10]. Реєстрація кардіоритмограми (КРГ). проводилася у положенні обстежуваного лежачи на спині при спокійному диханні після 5-10 хвилин відпочинку.

Вимірювання стану системи вегетативної регуляції серця відбувалося в лежачому положенні, протягом п'яти хвилин. Показання знімалися за допомогою чотирьох електродів, які крипились на ліве та праве зап'ястя, та ліву та праву гомілку. Розраховувалися статистичні характеристики динамічного ряду кардіоінтервалів: математичне очікування динамічного ряду (RRNN); стандартне відхилення нормальних величин R-R інтервалів (SDNN); коефіцієнт варіації (CV); частка послідовних R-R інтервалів, відмінність між якими перевищує 50 мс (pNN50, %).

При спектральному аналізі визначалися потужності спектра у наступних діапазонах: надповільний діапазон (VLF); діапазон низькочастотних хвиль (LF); діапазон високочастотних хвиль (HF). Також розраховувалися: загальна потужність спектра (TP), відносне значення потужності хвиль у діапазоні низьких (Lfnu), високих частот (Hfnu), виражених в нормалізованих одиницях; співвідношення LF/HF [6].

Для вивчення інформаційної організації функціональної системи, яка відповідає за адаптацію до напруженої м'язової діяльності, було визначено рівень складності системи за значенням її максимальної ентропії.

Індивідуально-типологічні характеристики вищої нервової діяльності та сенсомоторні реакції (нейродинамічні властивості) спортсменів досліджувалися за допомогою комп'ютерної системи „Діагност-1”. Визначали швидкості простих сенсомоторних реакцій (ПЗМР) на зорові подразники, швидкості складних сенсомоторних реакцій за показниками латентних періодів реакції вибору одного із трьох (РВ 1-3) і двох із трьох сигналів (РВ 2-3) сигналів. В режимі зворотнього зв'язку визначала рівень функціональної рухливості (ФРНП) і силу нервових процесів (СНП), в режимі нав'язаного ритму – урівноваженість нервових процесів (РРО) та кількість ударів в теплінг-тесті.

Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою пакету програми IBM SPSS Statistics [11]. Оскільки отримані показників мали ненормальний розподіл, то вони описувалися медіаною та інтерквартильним розмахом (25-й і 75-й процентиля) [12].

Результати досліджень та їх обговорення. В таблиці 1 наведені результати варіаційного та спектрального аналізу варіабельності серцевого ритму, що відображають стан автономної регуляції серцево-судинної системи у юних спортсменів на етапі попередньої базової підготовки.

У юних спортсменів на етапі попередньої базової підготовки спостерігається середні значення індексу стресу (індексу напруження) на рівні 112 (36,5; 198), що відповідає верхній межі норми (80-150 од.). У вкупі зі зниженими значеннями SDNN – 73.6 мс (47,2; 101,0) і pNN50 – 21,5 % (7,00; 52,75) (норми відповідно 100-160 мс и 25-50 %) це може свідчить про можливу наявність у цих спортсменів психоемоційного стресу, пов'язаного, наприклад, з хвилюванням перед обстеженням, або втоми після тренувань з інтенсивними фізичними навантаженнями.

Таблиця 1.

Показники варіаційного та спектрального аналізу варіабельності серцевого ритму у юних акробатів на етапі попередньої базової підготовки (n = 8)

Показник	Медіана (1-, 3 квантили)	Мінімум	Максимум
Частота серцевих скорочень (ЧСС), уд./хв	84 (76,2; 91)	74	97
Середнє квадратичне відхилення RR-інтервалів (SDNN), мс	69.5 (47,2; 101,0)	47	109
Індекс напруження (ІН), ум. од.	112 (36,5; 198)	25	262
Загальний рівень біоенергетики (ТР), мс ² /Гц	2627 (712,2; 4112,4)	594	4992
Дуже низькочастотний спектр (VLF), мс ²	381 (189,3; 706,2)	116	1550
Низько частотний спектр (LF), мс ² /Гц	451 (221,9; 1305,8)	104	1799
Високочастотний спектр (HF), мс ² /Гц	1008 (292,4; 2230,5)	254	3305
Відносне значення потужності хвиль низької частоти (LFnu), ум. од.	42 (23,5; 51,3)	8	64
Відносне значення потужності хвиль високої частоти (HFnu), ум. од.	58 (48,7; 76,5)	36	92
Відсоток сусідніх кардіоінтервалів, що відрізняються один від одного більш ніж на 50 мс (pNN50), %	21,50 (7,00; 52,75)	4,00	59,00
Вегетативний баланс1 (LF/HF)	0,74 (0,32; 1,08)	0,09	1,75
Вегетативний баланс2 (ІВР)	151 (54,2; 298,0)	43	329
Функціональний стан за Баєвським (ПАРС)	3,5 (2,25; 6,00)	2,0	7,0
Ентропія (Hm)	0,74 (0,64; 0,82)	0,59	0,84

Це підтверджує значення ПАРС – 3,5 од. (2,25; 6,00), яке вказує на стан помірної напруги регуляторних систем, коли для адаптації до фізичних навантажень організму потрібні додаткові функціональні резерви. Такі стани виникають у процесі адаптації до спортивної діяльності, при емоційному стресі або при впливах інтенсивних фізичних навантажень [8].

У той же час показники спектрального аналізу варіабельності серцевого ритму (ТР, LF, LFn, HF, HFn, LF/HF) і значення індексу вегетативної рівноваги (ІВР) у юних акробатів на етапі попередньої підготовки свідчать про збалансованість механізмів вагусно-симпатичного тону в умовах адаптації до напруженої м'язової діяльності. При цьому, спостерігається одночасне уповільнення активації симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи з деяким переважанням активності вагусних впливів, що відображає добру адаптацію до напруженої м'язової діяльності [6].

Значення максимальної ентропії (Hm) системи переробки інформації та системи вегетативного забезпечення ритму серця у юних акробатів на етапі попередньої підготовки вказує на середній рівень організації як системи переробки інформації, так і системи вегетативної регуляції ритму серця, яка з підвищенням адаптованості спортсменів буде зростати (табл. 1) [5].

Досягнення високих результатів у спорті забезпечується не тільки фізичним розвитком, фізичною підготовленістю спортсменів, їх мотивацією, але залежить і від стану індивідуальних характеристик психофізіологічних функцій, фізіологічною основою яких є генетично детерміновані особливості вищої нервової діяльності [7].

В таблиці 2 представлено значення показників психофізіологічних показників у юних акробатів на етапі попередньої підготовки. Аналіз результатів свідчить про те, що значення латентних періодів простої і складної зорово-моторних реакцій, час моторної реакції (ММР) і центральної обробки інформації (Мцои) у юних спортсменів на етапі попередньої підготовки відповідають віковій нормі.

Таблиця 2.

Нейродинамічні показники
у юних акробатів на етапі попередньої базової підготовки (n = 8)

Показник		Медіана (1-, 3 кuartилі)	Мінімум	Максимум
Латентний період простої зорово-моторної реакції, мс, (М_ПЗМР)		318 (257; 360)	232	427
Час моторної реакції, мс (ММР_ПЗМР)		159 (126; 195)	118	210
Латентний період складної зорово-моторної реакції вибору одого із трьох подразників, мс (М_РВ1)		415 (367; 479)	324	484
Час моторної реакції, мс (ММР_РВ1) %		170 (118; 178)	107	209
Час центральної обробки інформації1, мс (Мцои_РВ1)		115 (94; 137)	65,05	169,84
Латентний період складної зорово-моторної реакції вибору двох із трьох подразників, мс (М_РВ2)		525 (462; 567)	438	585
Час моторної реакції, мс (ММР_РВ2) %		174 (141; 206)	126	267
Час центральної обробки інформації2, мс (Мцои_РВ2)		184 (153; 251)	90	352
Функціональна рухливість нервових процесів, сигн./хв (М_ФРНП)		57 (46,0; 71,2)	31	78
Сила нервових процесів, кільк.пом., % (М_СНП)		47 (45,5; 47,8)	46	48
Врівноваженість нервових процесів, %	Точні, % (Т)	10 (2,5; 17,5)	0	30
	Випередж., % (В)	50 (42,5; 70)	30	90
	Запізнюв., % (З)	30 (22,5; 47,5)	0	60
Ср_відхилень_реакція на об'єкт, що рухається (РРО)		34,6 (27; 66)	22,5	110,7
Кількість_ударів_темп_тест		126 (119; 139)	113	149

В той же час середні рівні ФРНП і СНП знаходяться в діапазоні низьких значень і дорівнюють відповідно 57 сигн./хв і 47 %.

ФРНП розглядається як швидкість поширення нервових процесів, їх іррадіації та концентрації. ФРНП визначає швидкість переробки інформації та швидкість прийняття рішення. Якщо ФРНП нижче 50 сигн./хв., то рівень ФРНП вважається низьким [5].

СНП визначали за сумою помилок (у %), які були допущені під час виконання поступово наростаючого навантаження. Вважається, що чим менше помилок, тим вищий рівень СНП. 47 % відповідає низькому рівню ($\geq 34\%$).

Можливо поясненням цих результатів є висока напруженість психофізіологічної регуляції у юних спортсменів, яке проявляється в наявності збудження нервових процесів.

Підтвердженням цього можуть бути дані, які отримані при проведенні тесту «Реакція на об'єкт, що рухається» (табл. 2). У юних спортсменів процентне співвідношення випереджаючих реакцій перевищувало такі для точних і запізнювальних реакцій, що може свідчити про збудженість нервових процесів, пов'язаних зі спробою досягти високих результатів у точності та стабільності реакції на рухомий об'єкт [5].

Для виявлення особливостей взаємного впливу функціонального та психофізіологічного стану спортсменів було використано кореляційний аналіз зв'язків між показниками психофізіологічних функцій і варіаційного та спектрального аналізу варіабельності серцевого ритму (табл. 3).

Таблиця 3.

Значення коефіцієнтів кореляції Спірмена між показниками психофізіологічних функцій і варіаційного та спектрального аналізу варіабельності серцевого ритму у юних акробатів на етапі попередньої базової підготовки (n = 8)

Показники	ЧСС	SDNN	ІН	PNN50	LF/HF	ІВР	Hm	VLF	VLF	HF	ПАРС
М_ПЗМР	,595	-,563	,381	-,619	,143	,214	-,707	-,333	-,333	-,381	,036
rs	,120	,146	,352	,102	,736	,610	,050	,420	,420	,352	,932
ММРс	,286	-,347	,214	-,429	0,000	,071	-,635	-,190	-,190	-,262	,206
rs	,493	,399	,610	,289	1,000	,867	,091	,651	,651	,531	,624
М_РВ1	-,262	,168	-,429	,167	,119	-,452	,072	-,119	,262	,095	,400
rs	,531	,691	,289	,693	,779	,260	,866	,779	,531	,823	,326
ММР_ms_РВ1	,548	-,731	,595	-,786	,167	,500	-,563	-,714	-,595	-,595	-,327
rs	,160	,040	,120	,021	,693	,207	,146	,047	,120	,120	,429
Мцои_РВ1	-,643	,563	-,762	,595	,286	-,738	,599	,190	,619	,238	,424
rs	,086	,146	,028	,120	,493	,037	,117	,651	,102	,570	,295
М_РВ2	-,238	-,132	,357	-,238	-,143	,452	,347	-,667	-,571	-,238	-,533
rs	,570	,756	,385	,570	,736	,260	,399	,071	,139	,570	,173
ММР_РВ2	,452	-,683	,524	-,714	,238	,429	-,419	-,738	-,571	-,619	-,291
rs	,260	,062	,183	,047	,570	,289	,301	,037	,139	,102	,484
Мцои_РВ2	-,595	,323	-,167	,310	,024	0,000	,778	-,214	,024	,048	-,352
rs	,120	,435	,693	,456	,955	1,000	,023	,610	,955	,911	,393
М_СНП	,071	-,431	,548	-,476	-,190	,619	-,311	-,476	-,476	-,405	-,485
rs	,867	,286	,160	,233	,651	,102	,453	,233	,233	,320	,223
М_ФРНП	-,310	,455	-,095	,286	-,500	0,000	,252	,238	,024	,524	-,073
rs	,456	,257	,823	,493	,207	1,000	,548	,570	,955	,183	,864
РРО	-,429	,132	-,238	,119	-,119	-,167	,275	-,429	-,071	,071	,145
rs	,289	,756	,570	,779	,779	,693	,509	,289	,867	,867	,731
Т	,358	-,328	,370	-,294	-,332	,281	-,540	-,013	-,409	-,077	,215
rs	,385	,428	,366	,480	,422	,500	,168	,976	,315	,857	,610
В	-,614	,093	,049	,086	-,233	,196	,587	-,602	-,405	-,098	-,225
rs	,106	,827	,908	,840	,578	,641	,126	,115	,319	,817	,592

Продовження таблиці 3.

Показники	ЧСС	SDNN	IH	PNN50	LF/HF	<i>IBP</i>	Hm	VLF	VLF	HF	ПАРС
З	,293	,245	-,439	,268	,439	-,512	-,110	,708	,781	,268	,199
rs	,482	,558	,276	,520	,276	,194	,795	,050	,022	,520	,637
К-ть ударів темп тест	,262	-,168	,429	-,167	-,119	,452	-,072	,119	-,262	-,095	-,400
rs	,531	,691	,289	,693	,779	,260	,866	,779	,531	,823	,326

Примітка: rs – ступінь достовірності; червоним кольором позначені середні по силі зв'язки, чорним – сильні

Аналіз отриманих результатів виявив середні ($\geq 0,50$) і сильні ($\geq 0,70$) кореляційні зв'язки між нейродинамічними та ритмокардіографічними показниками, що свідчать про взаємодію функціонального та психофізіологічного станів спортсменів.

У юних спортсменів на етапі попередньої базової підготовки спостерігалися 32 середніх і 11 сильних кореляційних зв'язків між нейродинамічними властивостями і станом вегетативної регуляції серцевого ритму (рис. 1).

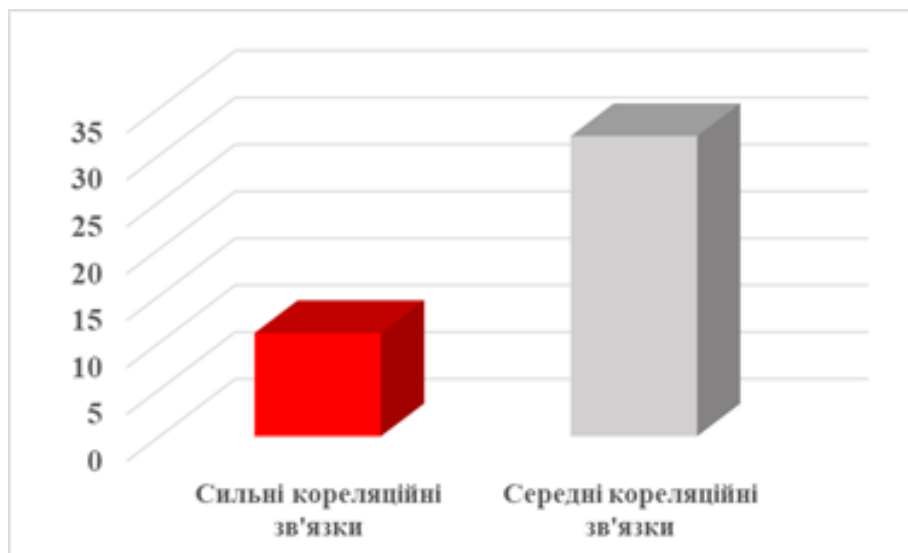


Рис. 1. Кількість середніх і сильних кореляційних зв'язків між показниками психофізіологічних функцій і варіаційного та спектрального аналізу варіабельності серцевого ритму у юних акробатів на етапі попередньої базової підготовки

Наявність середніх і сильних зв'язків між нейродинамічними та ритмокардіографічними показниками свідчить про поступове формування на етапі попередньої базової підготовки у юних спортсменів специфічної функціональної системи, відповідальної за адаптацію до напруженої м'язової діяльності в акробатиці.

Подальше в процесі адаптації частка середніх по силі зв'язків трансформується в сильні або в слабкі, або зникне. За рахунок вже існуючих і появи нових сильних зв'язків зростає детермінованість організації як системи переробки інформації, так і системи вегетативної регуляції ритму серця, які стануть компонентами майбутньої специфічної функціональної системи, відповідальної за адаптацію до напруженої м'язової діяльності в акробатиці. Згідно теорії функціональних систем у разі недостатності отриманого результату в процесі адаптації відбувається стимулювання активуючих механізмів, виникає активна реорганізація компонентів, створюється зміна кількості і характеру кореляційних зв'язків (ступенів свободи) між діючими компонентами і, нарешті, після декількох «проб і помилок» знаходиться цілком достатній пристосувальний результат. Таким чином, функціональною системою можна назвати тільки комплекс таких вибірково залучених компонентів, у яких

взаємовідносини набувають характеру взаємодії компонентів для отримання конкретного корисного результату [2].

Висновки

1. У юних спортсменів на етапі попередньої базової підготовки стан вегетативної регуляції характеризується переважанням парасимпатичної активності, що свідчить про достатню адаптацію до тренувальних навантажень на етапі попередньої підготовки. В той же час у них відмічається стан помірної напруги регуляторних систем, коли для адаптації до фізичних навантажень організму потрібні додаткові функціональні резерви.

2. Значення латентних періодів простої і складної зорово-моторних реакцій час моторної реакції і центральної обробки інформації у юних спортсменів на етапі попередньої підготовки відповідають віковій нормі. В той же час середні рівні ФРНП і СНП знаходяться в діапазоні низьких значень і дорівнюють відповідно 57 сигн./хв. і 47 %.

3. Виявлені 32 середніх і 11 сильних кореляційних зв'язків між нейродинамічними і ритмокардіографічними показниками. Наявність середніх та сильних зв'язків між нейродинамічними властивостями і станом вегетативної регуляції серцевого ритму свідчить про формування у юних спортсменів вже на етапі попередньої базової підготовки специфічної функціональної системи, відповідальної за адаптацію до напруженої м'язової діяльності в акробатиці.

4. Комплексна оцінка нейродинамічних і вегетативних показників може бути використана для індивідуального моніторингу стану спортсменів і корекції тренувального процесу з метою оптимізації адаптації до фізичних навантажень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ільїн В., Філіппов М., Виноградов В. Характеристика фізичної працездатності у спортсменів без ознак та з ознаками хронічної втоми. Вісник Черкаського університету: серія Біологічні науки. – № 2 (2024). <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2024-2-29-34>
2. Ілюха Л. М. Системна біологія та системна регуляція фізіологічних процесів. Вісник Черкаського університету. 2022. №2. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2022-2-32-37.
3. Колеснік І. В., Салямін Ю. М., Федорчук С.В. Динамічна м'язова витривалість за показниками тепінг-тесту юних гімнастів в групах початкової і попередньої базової підготовки. Інноваційні та інформаційні технології у фізичній культурі, спорті, фізичній терапії та ерготерапії: V Всеукр. електронна науково-практ. конф. з міжнар. участю, травень 2022 р., Київ: НУФВСУ.
4. Колеснік І., Федорчук С., Куценко Т., Салямін Ю. Стан властивостей психофізіологічних функцій за показниками реакції на рухомий об'єкт у зв'язку з рівнем фізичної і технічної підготовленості юних гімнастів. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2022. №3. С. 82-86. <https://doi.org/10.32652/tmfvs.2022.3.82-88>
5. Коробейніков Г. Оцінювання психофізіологічних станів у спорті / [Г. Коробейніков, Є. Приступа, Л. Коробейнікова, Ю. Бріскін]. – Львів : ЛДУФК, 2013. – 312 с.
6. Кальниш В. В., Швець А.В., Нагорна А.М., Пашковський С.М., Коваль Н.В., Мальцев О.В., Єщенко О.І., Трінька І.С., Тимчишин Т.П., Ангельська В.Ю., Куліш О.І., Назаренко О.П., Николаєвич П.В. Методи відновлення психоемоційного стану військовослужбовців після перебування в зоні бойових дій та оцінка ефективності їх застосування: Методичний посібник для фахівців реабілітаційних відділень (під загальною редакцією професора Валентина Кальниша [МедВП 11-35(343).39-8]. Київ. 2025. 292 с.
7. Макаренко М. В. Онтогенез психофізіологічних функцій людини / М. В. Макаренко, В. С. Лизогуб. – Черкаси : Вертикаль, вид. ПП Кандич С. Г., 2011. – 256 с.
8. Хронобіоритомологічні аспекти адаптації у спорті. Підручник / В. М. Ільїн, М. М. Філіппов, В. С. Лизогуб, В. С. Виноградов, О. П. Безкопильний. К.: Олімп. л-ра. – 2024. – с. 380 ISBN 978-617-7492-20-6
9. Шпенков І. О., Ільїн В. М. Зв'язок властивостей психофізіологічних функцій з характером спортивної діяльності різної спрямованості. Вісник Черкаського університету: серія Біологічні науки: № 1 (2025). <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2025-1-124-130>
10. Chaikovskiy I, Senko I, Budnyk M, Matsyshyn V, Ryzhenko T, Budnyk V, Romanchuk O, Popov A and Stetsyuk P (2026) Analysis of heart rate variability and subtle ECG changes based on machine learning for objective assessment of the psychological state of military personnel. Front. Psychol. 17:1688230. doi: 10.3389/fpsyg.2026.1688230
11. Daniel Stockemer. Quantitative Methods for the Social Sciences. A Practical Introduction with Examples in SPSS and Stata. Springer International Publishing AG 2019. P. 101-124.

12. Sharon L.W., Sarah K.A. Statistics Using IBM SPSS: An Integrative Approach. Cambridge University Press; 3 edition. 2016. 606 p.
13. Shpenkov I. O., Ilyin V. M. Cheerleading in Ukraine. Perspectives of contemporary science: theory and practice. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference. SPC "Sci-conf.com.ua". Lviv, Ukraine. 2024. Pp. 135-138. URL:<https://sci-conf.com.ua/iv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-perspectives-of-contemporary-science-theory-and-practice-26-28-05-2024-lviv-ukrayina-arhiv/>.

REFERENCES

1. Ilyin V., Filippov M., Vinogradov V. Characteristics of physical performance in athletes without signs and with signs of chronic fatigue. Bulletin of Cherkasy University: Biological Sciences series.-№ 2 (2024). <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2024-2-29-34>
2. Ilyukha L. M. Systems biology and system regulation of physiological processes. Bulletin of Cherkasy University. 2022. No. 2. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2022-2-32-37.
3. Korobeynikov G. Assessment of psychophysiological states in sports / [G. Korobeynikov, E. Prystupa, L. Korobeynikova, Yu. Briskin]. – Lviv: LDUFK, 2013. – 312 p.
4. Kalnysh V. V., Shvets A. V., Nagorna A. M., Pashkovsky S. M., Koval N. V., Maltsev O. V., Yeshchenko O. I., Trinka I. S., Tymchyshyn T. P., Angelska V. Yu., Kulish O. I., Nazarenko O. P., Nikolaevych P. V. Methods for restoring the psycho-emotional state of military personnel after being in a combat zone and assessing the effectiveness of their application: Methodological manual for specialists of rehabilitation departments (under the general editorship of Professor Valentin Kalnysh [MedVP 11-35(343).39-8]. Kyiv. 2025. 292 p.
5. Makarenko M. V. Ontogenesis of human psychophysiological functions / M. V. Makarenko, V. S. Lyzogub. – Cherkasy: Vertical, ed. PP Kandych S. G., 2011. – 256 p.
6. Chronobiological aspects of adaptation in sports. Textbook / V. M. Ilyin, M. M. Filippov, V. S. Lyzogub, V. E. Vinogradov, O. P. Bezcopylny. Kyiv: Olimp. l-ra. – 2024. – p. 380 ISBN 978-617-7492-20-6
7. Shpenkov I. O., Ilyin V. M. The relationship between the properties of psychophysiological functions and the nature of sports activities of different orientations. Bulletin of Cherkasy University: Biological Sciences series: No. 1 (2025). <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2025-1-124-130>
8. Daniel Stockemer. Quantitative Methods for the Social Sciences. A Practical Introduction with Examples in SPSS and Stata. Springer International Publishing AG 2019. P. 101-124.
9. Sharon L.W., Sarah K.A. Statistics Using IBM SPSS: An Integrative Approach. Cambridge University Press; 3 edition. 2016. 606 p.
10. Shpenkov I. O., Ilyin V. M. Cheerleading in Ukraine. Perspectives of contemporary science: theory and practice. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference. SPC "Sci-conf.com.ua". Lviv, Ukraine. 2024. Pp. 135-138. URL:<https://sci-conf.com.ua/iv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-perspectives-of-contemporary-science-theory-and-practice-26-28-05-2024-lviv-ukrayina-arhiv/>

Shpenkov I. O., Ilyin V. M.

NEURODYNAMICAL PROPERTIES AND STATE OF THE AUTONOMOUS NERVOUS SYSTEM IN YOUNG ACROBATS AT THE STAGE OF PRELIMINARY BASIC TRAINING

*The process of adaptation to intense muscular activity is characterized by the presence of certain stages. At these stages, transitional functional states arise, in which the relationship of the relevant body systems that provide motor functions is formed as a result of activity in this type of sport. The functional state of a person in conditions of intense muscular activity consists of various components and is characterized in conditions of high intensity of physical exertion by increased requirements for the vegetative support of neurodynamic and psychophysiological functions. **Purpose.** To conduct a comprehensive assessment of neurodynamic and vegetative indicators to identify psychophysiological and neurophysiological features of young acrobats at the stage of preliminary basic training. **Research methods.** 8 young athletes aged 7 to 13 years, specializing in acrobatics, were examined. Cardiorhythmographic studies were conducted using the software and hardware complex "Harmony". Individual typological characteristics of higher nervous activity and neurodynamic properties of athletes were studied using the computer system "Diagnost-1". **Results.** In young athletes at the stage of preliminary basic training, the state of vegetative regulation in young acrobats is characterized by the predominance of parasympathetic activity, which indicates sufficient adaptation to training loads at the stage of preliminary training. At the same time, they have a state of moderate tension of regulatory systems, when additional functional reserves are required for adaptation to physical loads of the body. The values of the latent periods of simple and complex visual-motor reactions, the time of motor reaction and central information processing in young athletes correspond to the age norm. At the same time, the average levels of FRNP and SNP are in the range of low values and are equal to 57*

signals/min and 47%, respectively. 32 medium and 11 strong correlations were found between the indicators of vegetative support of the heart rate and psychophysiological reactions. The presence of medium and strong correlations between psychophysiological and rhythmocardiographic indicators indicates the formation of a specific functional system in young athletes, responsible for adaptation to intense muscular activity in acrobatics, already at the stage of preliminary basic training. **Conclusions.** In young athletes, already at the stage of preliminary basic training, a specific functional system is formed, responsible for adaptation to intense muscular activity in acrobatics. A comprehensive assessment of neurodynamic and vegetative indicators can be used for individual monitoring of the condition of athletes and correction of the training process in order to optimize adaptation to physical exertion.

Keywords: young acrobats, adaptation, functional system, vegetative support of the heart rate, psychophysiological functions.

Надійшла до редакції / Received: 17.04.2026

Схвалено до друку / Accepted: 11.05.2026