

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**Шпанюк Віталій Васильович**

**УДК 612.82:616.831**

**ІНДИВІДУАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ФІЗІОЛОГІЧНОЇ РЕАКТИВНОСТІ  
ТА ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПОРТСМЕНІВ З РІЗНИМИ  
ТИПОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ**

09 – Біологія

091 – Біологія

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктор філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Науковий керівник:  
доктор біологічних наук, професор  
Лизогуб Володимир Сергійович

Черкаси – 2023

## АНОТАЦІЯ

Шпанюк В.В. - Індивідуальні особливості фізіологічної реактивності та фізичної працездатності спортсменів з різними типологічними властивостями нервової системи. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 091 «Біологія». – Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького МОН України, Черкаси, 2023.

Робота складається з анотацій, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет, гіпотезу дослідження, представлено перелік методів дослідження, визначено новизну та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертаційного дослідження, відображено інформацію щодо структури й обсягу дисертації.

На сьогодні відомо, що особливості прояву індивідуальних морфологічних, функціональних характеристик та психофізіологічних властивостей є актуальним предметом досліджень фізіології спорту та когнітивної науки (Мищенко В.С., 2007, 2017; Макаренко М.В., 2011; Макарчук М.Ю. 2011; Григорян Р.Д., Сагач В.Ф. 2017; Бубка С.Н., Платонов В.Г., 2018; Уилмор Дж. Костилл Д. 2001; Edelman G. M., 2006; Вопра Т. 2010; Farahani J. J. 2017; Coutinho D, 2023). Але, значно менше уваги приділяється питанням з'ясування особливостей функціонування реактивності кардіореспіраторної системи, крові, енергетичного метаболізму у осіб з різними типологічними властивостями нервової системи. Більшість досліджень виконано на спортсменах різного рівня кваліфікації та віку і є достатньо розкритими на ранніх етапах онтогенезу. Наукові данні про роль індивідуально-типологічних властивостей нервової системи у фізіологічних реакціях різних систем організму спортсменів високої кваліфікації не вивчені.

Наголошується, що врахування індивідуально-типологічних властивостей нервової системи та психофізіологічних особливостей атлетів має вагоме значення для успішної реалізації техніко-тактичної, фізичної, функціональної підготовленості спортсменів, підвищення резервних можливостей та їх майстерності (Корабейніков Г.В. 2013, 2019; Філіппов, М.М, Ільїн В.М. 2018, 2019, 2020; Шамардин В.М., 2017; Лисенко О.М. 2007, 2019, Сагач В.Ф., Дроздовська С.Б., 2019; Маліков Н.В., Богдановська Н.В., 2020; Calle-Jaramillo G.A., 2023). Тому видається важливим чітко розуміння фізіологічних закономірностей та індивідуальних особливостей реактивності серцево-судинної, дихальної систем, крові, енергетичного метаболізму та фізичної працездатності у спортсменів з різними генетично детермінованими типологічними властивостями нервової системи. На поглиблене дослідження особливостей цих фізіологічних процесів і була спрямована дисертаційна робота.

**Метою** дисертаційного дослідження було з'ясувати особливості фізіологічної реактивності та фізичної працездатності спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.

Для досягнення мети сформовані завдання:

1. Визначити індивідуально-типологічні властивості нервової системи спортсменів високої кваліфікації та їх нейродинамічні характеристики.
2. Виявити особливості аеробного та анаеробного метаболізму спортсменів високої кваліфікації залежно від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи.
3. Вивчити особливості фізичної підготовленості у спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.
4. Дослідити індивідуальні характеристики кардіореспіраторної реактивності осіб з різними типологічними властивостями нервової системи.
5. Встановити зв'язок індивідуально-типологічних властивостей нервової системи з функціональними особливостями кардіореспіраторної системи, енергетичним метаболізмом та фізичною працездатністю спортсменів.

Для досягнення мети і задач дослідження у дисертації використали наступні **методи**: аналіз і узагальнення наукової літератури по проблемі, дослідження нейродинамічних та типологічних властивостей нервової системи з допомогою комп'ютерного пристрою «Діагност-1М», телеметричними комплексами GPSport системи «Catapult» та «Polar» m400, визначали фізичну працездатність футболістів, біохімічні методи дослідження крові, визначали вміст лактату в крові з допомогою аналізатора ABL800 «Radiometr», ЕХО-кардіографія (SIEMENS ACUSON X 300), ергоспірометрія на тредмілі “Schiller AG”, газоаналіз (Oxuson Mobile) та методи математичної статистики.

Важливою особливістю дисертаційного дослідження є те, що встановлена залежність фізичної працездатності та фізіологічної реактивності кардіореспіраторної системи, крові, енергетичного метаболізму від генетично детермінованих індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Доведено, що ФРНП, СНП та ВНП є базовими властивостями нервової системи, які визначають індивідуальний характер нейрогенної регуляції та фізіологічної реактивності кардіореспіраторної системи, крові, енергетичного метаболізму та фізичної працездатності спортсменів.

Новим у дисертації є те, що високо генетично детермінованим індивідуально-типологічним властивостям нервової системи ФРНП, СНП та ВНП належить важлива роль у формуванні функціональної системи м'язової діяльності. Показано, що індивідуально-типологічні властивості нервової системи спортсменів визначають кінетику розгортання, відновлення та стійкості, інтенсивний і випереджаючий характер розвитку, вищий функціональний рівень, досягнення максимумів, а також високу індивідуальну спеціалізацію нейрогенних механізмів регуляції нейродинамічних, сенсомоторних функцій, реактивності кардіореспіраторної системи, енергетичного метаболізму та фізичної працездатності.

За результатами дослідження індивідуально-типологічних, сенсомоторних, ергометричних, аеробних, анаеробних характеристик,

морфо-функціональних показників серця, дихання і крові визначена індивідуальна функціональна модель спортсменів та сформульовані шляхи удосконалення фізіологічної реактивності і фізичної працездатності. До індивідуальної структури та максимальної моделі віднесені функціональні показники: індивідуально-типологічні властивості ФРНП, СНП та ВНП; сенсомоторні властивості різної складності (ПЗМР, РВ1-3, РВ2-3, ЦОІ, МР); характеристики енергетичної ємності (АНЕ, АЕ, ЗМЕ) та потужності (КрФ, НLa., ПАНО,  $VO_{2max}$ ); ефективність метаболічних процесів (Чсс/ПАНО), структурно-функціональні показники і реактивні властивості серця (HR, Q, УОК, КДО, КСО, ФВ, МШС), дихання ( $V_E$ ,  $VO_2$ ,  $VCO_2$ , ДК), енергетичного метаболізму ( $VO_{2max}$ ,  $VCO_{2,max}$ , АНП, НLa.) рівень яких забезпечує досягнення високої фізичної працездатності (Т, W, V.).

Встановлені закономірності та особливості кінетики психофізіологічних функцій у футболістів дозволяють сформулювати і розвинути концепцію стосовно того, що індивідуально-типологічні властивості нервової системи є найбільш значимими у формуванні фізіологічної реактивності психофізіологічних функцій та успішності ігрової діяльності.

Результати роботи можуть бути використані для розробки науково-обґрунтованої програми тренувальної та спортивної діяльності, системи відбору та корекції несприятливих станів.

*Ключові слова:* психофізіологія, гемодинаміка, лактат, аеробний, анаеробний метаболізм, фізіологічна реактивність, фізична працездатність, спортсмени, типологічні властивості ЦНС.

#### **ABSTRACT**

Shpaniuk V.V. - Individual features of physiological reactivity and physical performance of sportsmen with different typological properties of the nervous system. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in Specialty 091 “Biology”. – Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Cherkasy, 2023.

The work consists of abstracts, an introduction, four chapters, conclusions, a list of used sources and appendices.

The introduction substantiates the relevance of the problem, formulates the goal, tasks, object, subject, hypothesis of the research, presents a list of research methods, determines the novelty and practical significance of the obtained results, the personal contribution of the recipient, the approval of the results of the dissertation research, and displays information about the structure and scope of the dissertation.

Today, the peculiarities of the manifestation of individual morphological, functional characteristics and psychophysiological properties are known to be an actual subject of research in the physiology of sports и когнітивні науки [Edelman G. M. 2006; Myshchenko V.S., 2007; Platonov V.H., 2017, 2018; Bompa T., 2010; Farahani J. J., 2017]. However, much less attention is paid to the issues of clarifying the peculiarities of functioning of the cardiorespiratory system reactivity, blood, and energy metabolism in individuals with different typological properties of the nervous system. Most of the studies were performed on athletes of different skill levels and age, and are sufficiently revealed in the early stages of ontogenesis. Scientific data on the role of individual and typological properties of the nervous system in the physiological reactions of various body systems of highly qualified sportsmen have not been studied.

It is emphasized that considering the individual and typological properties of the nervous system and psychophysiological characteristics of sportsmen is of great importance for the successful implementation of technical-tactical, physical, and functional preparedness of sportsmen, increasing the reserve capabilities of their skills (Korabeinikov H.V. 2019; Fillipov, M.M., Ilyin V.M. 2020;. Shamardyn V.M., 2017; Lysenko 2019, Sagach V.F., Dorozdovska S.B., 2019; N.V. Malikov, N.V.

Bohdanovska, 2021; Farahani J. J. 2017; Coutinho D, 2023; Calle-Jaramillo G.A., 2023). Therefore, a clear understanding of the physiological patterns and individual characteristics of the reactivity of the cardiovascular, respiratory systems, blood, energy metabolism and physical performance in sportsmen with various genetically determined typological properties of the nervous system is important. The dissertation work is aimed at an in-depth study of the peculiarities of these physiological processes.

The goal of the dissertation is to find out the peculiarities of the physiological reactivity and physical performance of sportsmen with different individual and typological properties of the nervous system.

To achieve the goal set, we have to solve the following tasks:

1. To determine the individual typological properties of the nervous system of highly qualified sportsmen and their neurodynamic characteristics.
2. To reveal the peculiarities of aerobic and anaerobic metabolism of highly qualified sportsmen depending on the individual and typological properties of the nervous system.
3. To study the peculiarities of physical fitness in sportsmen with different individual and typological properties of the nervous system.
4. To investigate individual characteristics of cardiorespiratory reactivity of persons with different typological properties of the nervous system.
5. To establish a connection of individual and typological properties of the nervous system with functional features of the cardiorespiratory system, energy metabolism and physical performance of sportsmen.

To achieve the goal and objectives of the research, the following methods were used in the dissertation: analysis and generalization of the scientific literature on the problem; the Diagnost-1M computer device to study neurodynamic and typological properties of the nervous system; GPSport telemetry systems of the Catapult and Polar m400 systems to determine the physical performance of football players, biochemical methods of blood analysis, the analyzer AVL800 "Radiometr",

echocardiography (SIEMENS ACUSON X 300), ergospirometry on the “Schiller AG” treadmill to determine the content of lactate in the blood, gas analysis (Oxycon Mobile) and methods of mathematical statistics.

An important feature of the dissertation research is that the dependence of physical performance and physiological reactivity of the cardiorespiratory system, blood, and energy metabolism on the genetically determined individual typological properties of the nervous system has been established. It has been proven that FMNP, SNP, and BNP are the basic properties of the nervous system, which determine the individual nature of neurogenic regulation and physiological reactivity of the cardiorespiratory system, blood, energy metabolism, and physical performance of sportsmen.

The scientific novelty of the dissertation is that highly genetically determined individual typological properties of the nervous system of the FMNP, SNP and BNP play an important role in the formation of the functional system of muscle activity. It is shown that the individual and typological properties of the nervous system of sportsmen determine the kinetics of deployment, recovery and stability, the intensive and anticipatory nature of development, the highest functional level, the achievement of maximums, as well as the high individual specialization of neurogenic mechanisms of regulation of neurodynamic, sensorimotor functions, reactivity of the cardiorespiratory system, energy metabolism and physical capacity.

According to the results of the study of individual-typological, sensorimotor, ergometric, aerobic, anaerobic characteristics, morpho-functional indicators of the heart, breathing and blood, an individual functional model of sportsmen was determined, and ways of improving physiological reactivity and physical performance were formulated. The individual structure and maximal model concern the functional indicators of individual typological properties of FMNP, SNP and BNP; sensorimotor properties of varying complexity (SVMR, RC1-3, RC2-3, CIP, MR); characteristics of energy capacity (ANMC, AMC, GMC) and power (CrP, HLa., AnT,  $VO_{2max}$ ); efficiency of metabolic processes (HR/AnT), structural and



functional indicators and reactive properties of the heart (HR, Q, SV, EDV, ESV, EF, MVS), respiration (VE, VO<sub>2</sub>, VCO<sub>2</sub>, RQ), energy metabolism (VO<sub>2max</sub>, VCO<sub>2,max</sub>, AnT, HLa), the level of which ensures the achievement of high physical performance (T, W, V).

The established regularities and peculiarities of the kinetics of psychophysiological functions in football players make it possible to form and develop the concept that the individual typological properties of the nervous system are the most significant in the formation of the physiological reactivity of psychophysiological functions and the success of game activities.

The results of the work can be used to develop a scientifically based program of training and sports activities, a system of selection and correction of adverse conditions.

*Key words:* psychophysiology, hemodynamics, lactate, aerobic, anaerobic metabolism, physiological reactivity, physical performance, athletes, typological properties of the central nervous system.

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковані наукові результати дисертації

### до переліку наукових фахових видань України:

1. Шпанюк В.В., Лизогуб В.С., Пустовалов В.О., Хоменко С.М., Кожемяко Т.В., Боєчко Ф.Ф. Фізична працездатність та її зв'язок з індивідуально-типологічними властивостями центральної нервової системи. *Вісник Черкаського університету. Біологічні науки*. 2019. Вип. 2. С. 84–92. doi:10.31651/2076-5835-2018-1-2019-2-81-89. (Особистий внесок здобувача – обґрунтування методики дослідження та способу визначення фізичної працездатності спортсменів, підготовка матеріалів до друку).
2. Лизогуб В.С., Пустовалов В.О., Гречуха С.В., Шпанюк В.В. Реалізація відбору футболістів високої кваліфікації за показниками біоенергетичного метаболізму. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2018. № 3. С. 72-77. (Особистий внесок здобувача – розробка методики дослідження та оцінки рівня функціональних резервів енергетичного метаболізму).
3. Лизогуб В.С., Шпанюк В.В., Пустовалов В.О., Кожемяко Т.В. Зв'язок фізичної працездатності та біоенергетичних механізмів забезпечення ігрової діяльності футболістів. *Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки*. 2020. № 2. С. 66–76. (Стаття фахова Copernicus) doi:10.31651·2076-5835-2018-1-2020-2-66-75. (Особистий внесок здобувача – розробка методики дослідження та оцінки рівня функціональних резервів енергетичного метаболізму та серцево-судинної системи).
4. Шпанюк В.В. Зв'язок індивідуально-типологічних властивостей ЦНС з ехокардіоскопічними показниками серця футболістів високої кваліфікації. *Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки*. 2021. № 2. С. 88-96. doi:10.31651/2076-5835-2018-1-2021-2-88-95.
5. Лизогуб В.С., Нечипоренко Л.А., Пустовалов В.О., Шпанюк В.В., Халавко Р.М. Нейродинамічні властивості у футболістів різних ігрових амплуа.

- Спортивний вісник Придніпров'я. 2019. № 4. С. 58 – 63. doi:10.32540/2071-1476-2019-4-058. (Особистий внесок здобувача – організація і проведення експерименту, статистичний аналіз під час гри).*
6. Лизогуб В.С., Шпанюк В.В., Пустовалов В.О., Кожемяко Т.В., Супрунович В.О. Чи результати сенсомоторного реагування відображають типологічні властивості центральної нервової системи? *Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. 2021. № 1. С. 69-77. doi:10.31651/2076-5835-2018-1-2021-1-69-77. (Особистий внесок здобувача – організація і проведення експерименту, статистичний аналіз під час гри).*
7. Лизогуб В.С., Шпанюк В.В., Пустовалов В.О., Кожемяко Т.В., Безкопильний О.П. Резервні можливості кардіореспіраторної системи у футболістів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи *Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. 2022. № 2. С. 88-96. doi:10.31651/2076-5835-2018-1-2022-1-34-43 (Особистий внесок здобувача – розробка методики дослідження та оцінки рівня функціональних резервів серцево-судинної системи).*

#### **Статті в зарубіжних виданнях**

8. Lizohub V., Pustovalov V., Kozhemyako T., Chernenko N., Shpanyuk V. Model characteristics of neyrodinamic, bioenergetic properties, physical and technical-tactical preparation of highly qualified football players. *Natural and Technical Sciences. 2019. Vol. VII (23). С. 59-64. doi:10.31174/SEND-NT2019-193VII23-15. (Особистий внесок здобувача – організація і проведення експерименту, статистичний аналіз під час ігрової діяльності).*
9. Lyzohub V., Kozhemiako T., Khomenko S., Pustovalov V., Shpaniuk V. Physical activity of elite football players using different regimes of energy metabolism. *Health Problems of Civilization. 2021. Vol. 15(3). P. 202-210. (Web of Science) https://doi.org/10.5114/hpc.2021.107781. (Особистий внесок здобувача –*

*обґрунтування методики дослідження та способу визначення фізичної працездатності спортсменів, підготовка матеріалів до друку).*

10. Lyzohub V., Kozhemiako T., Khomenko S., Pustovalov V., Shpaniuk V. Structural and functional reorganization of the heart and its relationship with physical activities in elite football players. *Health Problems of Civilization*. 2022. Vol. 16(2). P. 147-155. (Web of Science) DOI: <https://doi.org/10.5114/hpc.2022.116587> *(Особистий внесок здобувача – розробка методики дослідження та оцінки рівня функціональних резервів серцево-судинної системи).*

**Праці апробаційного характеру, опубліковані  
у вітчизняних і зарубіжних виданнях**

11. Черненко Н.П., Палабіїк А.А., Пуствалов В.О, Шпанюк В.В. Спосіб визначення та оцінка розумової працездатності за умови переробки інформації різної модальності. Матеріали чергового VIII з'їзду Українського біофізичного товариства (м. Київ – Луцьк, 12-15 листопада 2019 р.) С. 39. *(Особистий внесок здобувача – обґрунтування методики дослідження та способу визначення фізичної працездатності спортсменів, підготовка матеріалів до друку).*
12. Лизогуб В. С., Безкопильна С. В., Кожемяко Т. В., Пустовалов В. О., Шпанюк В. В., Хоменко С. М. Функционирование мозга во время совместной моторной и когнитивной деятельности. *Методологические, теоретические и практические аспекты физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры: материалы I (XIV) международной науч.-практ. конф. (г. Гомель, 7–8 октября 2021). Ч. 2. С. 149-153. (Особистий внесок здобувача – проведення експериментального дослідження, узагальнення отриманих даних, аналіз та формування висновків, інші автори приймали участь у обговоренні результатів).*

13. Лизогуб В.С., Шпанюк В.В., Нечипоренко Л.А., Пустовалов В.О., Хоменко С.М., Кожемяко Т.В. Використання телеметричних систем для контролю за станом функціональної підготовленості спортсменів. *Актуальні проблеми фізичної культури, спорту і здоров'я: матеріали міжнародної наукової інтернет-конференції.* (м. Черкаси, 27-28 травня 2020 р.). С. 93. (*Особистий внесок здобувача – організація і проведення експерименту, статистичний аналіз під час ігрової діяльності*).
14. Лизогуб В.С., Шпанюк В.В., Пустовалов В.О., Кожемяко Т.В., Нечипоренко Л.А. Взаимосвязь индивидуально-типологических свойств центральной нервной системы с физической работоспособностью футболистов. *Актуальные проблемы физического воспитания, спорта и туризма: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конференции.* (г. Мозырь, 2020 г.). С. 198-200. (*Особистий внесок здобувача – проведення експерименту, статистичний аналіз під час гри*).
15. Лизогуб В.С., Шпанюк В.В., Пустовалов В.О., Кожемяко Т.В., Нечипоренко Л.А. Физическая работоспособность и биоэнергетические характеристики футболистов различных игровых амплуа. *Материалы Междунар. юбилейной науч.-практ. конференции, посвященной 90-летию Гомельского государственного университета им. Франциска Скорины.* (г. Гомель, 2020 г.). Ч. 2. С. 132-135. (*Особистий внесок здобувача – розробка методики дослідження та оцінки рівня функціональних резервів енергетичного метаболізму*).
16. В.С.Лизогуб, В.В Шпанюк, Л.А.Нечипоренко, В.О.Пустовалов Медико-біологічне дозування тренувальних навантажень футболу. інтенсивність, тривалість, частота і об'єм тренувальних навантажень. *Медико-біологічні проблеми фізичного виховання різних груп населення: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції* (м. Луцьк, 24-25 листопада 2022 р.). С. 62. (*Особистий внесок здобувача – обґрунтування методики*

*дослідження та способу визначення фізичної працездатності спортсменів, підготовка матеріалів до друку).*

## ЗМІСТ

<b>АНОТАЦІЯ</b> .....	2
<b>ABSTRACT</b> .....	5
<b>СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА</b> .....	10
<b>ЗМІСТ</b>	15
<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ</b> .....	17
<b>ВСТУП</b> .....	19
<b>РОЗДІЛ 1 . АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНОЇ РЕАКТИВНОСТІ ТА ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПОРТСМЕНІВ З РІЗНИМИ ІНДИВІДУАЛЬНО-ТИПОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЯМИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	26
<b>1.1. Проблемні питання фізичної працездатності спортсменів</b> .....	28
<b>1.2. Стан дослідження функціональної реактивності у спортсменів</b> .....	43
<b>1.3. Роль індивідуально-типологічних властивостей нервової системи у формуванні фізичної працездатності та фізіологічної реактивності спортсменів</b> .....	53
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	60
<b>2.1. Об'єкт досліджень</b> .....	60
<b>2.2. Дослідження індивідуально-типологічних властивостей нервової системи</b> .....	61
<b>2.3. Дослідження фізичної працездатності спортсменів</b> .....	64
<b>2.3.1. Дослідження фізичної працездатності з використанням тредмілметрії</b> .....	64
<b>2.3.2. Дослідження фізичної працездатності з використанням польового тесту човникового бігу до відмови від подальшої роботи</b> .....	66
<b>2.3.3. Дослідження фізичної працездатності спортсменів-футболістів з використанням телеметричних GPSports систем</b> .....	67
<b>2.4. Дослідження морфо-функціональних характеристик міокарду</b> .....	69
<b>2.5. Математична обробка результатів</b> .....	70
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ РЕАКТИВНОСТІ ТА ФІЗИЧНОЇ</b>	

<b>ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПОРТСМЕНІВ З РІЗНИМИ ІНДИВІДУАЛЬНО-ТИПОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ.....</b>	<b>71</b>
<b>3.1. Стан дослідження індивідуально - типологічних властивостей нервової системи у спортсменів високої кваліфікації.....</b>	<b>71</b>
<b>3.2. Характеристика фізичної працездатності футболістів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи .....</b>	<b>92</b>
<b>3.2.1. Результати дослідження фізичної працездатності футболістів з використанням трендміля.....</b>	<b>93</b>
<b>3.2.2. Зв'язок індивідуально-типологічних властивостей нервової системи з фізичною працездатністю спортсменів, що отримані з використанням телеметричної системи GPSports.....</b>	<b>101</b>
<b>3.3. Характеристика функціональної реактивності кардіореспіраторної системи спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.....</b>	<b>112</b>
<b>3.3.1. Зв'язок функціональної реактивності системи дихання та гемодинаміки з енергетичним метаболізмом спортсменів.....</b>	<b>112</b>
<b>3.3.2. Структурно-функціональні характеристики міокарду спортсменів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів.....</b>	<b>121</b>
<b>3.3.3. Дослідження функціональної реактивності кардіореспіраторної системи спортсменів за умови виконання навантаження з ступінчатою подібним підвищенням швидкості бігу.....</b>	<b>128</b>
<b>РОЗДІЛ 4. ЗВ'ЯЗОК ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ РЕАКТИВНОСТІ ТА ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ З ТИПОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ.....</b>	<b>145</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>157</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>160</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>179</b>



## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АНП – поріг анаеробного обміну

АНС – автономна нервова система

АТ – артеріальний тиск

ВНД – вища нервова діяльність

ВНП – врівноваженість нервових процесів

ЕКГ – електрокардіографія;

ІС, % – індекс скоротливості міокарда

КДД, мм. – кінцевий діастолічний діаметр

КДО, мл. – кінцевий діастолічний об'єм

КСД, мм. – кінцевий систолічний діаметр

КСО, мл. – кінцевий систолічний об'єм

МЛШ, г. – масу лівого шлуночка

НЛа, ммоль·л<sup>-1</sup> – кінцевий продукт гліколізу або анаеробного окислення вуглеводів (лактат)

ПЗМР – проста зорово-моторна реакція

РВ – реакція вибору

СВ, л·хв.<sup>-1</sup> – хвилинний об'єм крові

СІ, л·хв<sup>-1</sup>·м<sup>2</sup> – серцевий індекс

СНП – сила нервових процесів

ССС – серцево-судинна система

Т, хв. – час роботи

УІ, мл·м<sup>2</sup> – ударний індекс

УОК мл. – систолічний об'єм

ФВ % – фракцію викиду

ФРНП – функціональна рухливість нервових процесів

ФС – функціональний стан

ЦНС – центральна нервова система

ЦОІ – центральна обробка інформації

Average Distance, м. – середня дистанція

Average Velocity, км·год<sup>-1</sup> – середня швидкість

Avg Heart Rate – середня частота серцевого ритму

HR Average BPM – середня частота пульсу у різних зонах

HR Average Distance (Session) – середня дистанція у різних бігових режимах

HR Average Duration (Session), хв. – середня тривалість роботи (Т) у різних зонах частоти серцевих скорочень

HR Distance – загальна відстань, котру долає спортсмен у зоні частоти серцевого ритму

HR Duration – тривалість перебування у зоні частоти серцевого ритму

HR, уд·хв<sup>-1</sup> – частота серцевих скорочень

HRmax., уд·хв<sup>-1</sup> – максимальне значення ЧСС

Maximum Velocity – максимальна швидкість бігу

R-R – тривалість серцевого циклу

S, м. – загальна дистанція подолана спортсменом

Total Duration, хв. – тривалість вибраних часових інтервалів

V, км·г<sup>-1</sup> – швидкість бігу

VE л.хв.<sup>-1</sup> – хвилиний об'єм дихання

Velocity Average Distance (Session) - середня дистанція в окремих бігових зонах

Velocity Distance % – відсоток дистанції в окремих бігових зонах

Velocity Total Distance – загальна дистанція в окремих бігових зонах

VO<sup>2</sup>,max, мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup> – максимальне споживання кисню

VCO<sup>2</sup>, мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup> – швидкість виділення вуглекислого газу

W, Вт. – потужність

W, Вт.кг. – потужність на кілограм маси тіла

## ВСТУП

**Актуальність теми.** У сучасному спорті, на етапі вищої майстерності, широко використовують диференційований підхід до вдосконалення тренувального процесу [13., 33., 68., 83., 100., 118.]. Основним напрямком реалізації диференційованого підходу до вдосконалення спортивної майстерності є використання великої кількості раціональних варіантів індивідуальної підготовки.

На світовому рівні та в Україні існує методологія побудови та управління тренувальним процесом яка заснована на урахуванні індивідуальних особливостей стану здоров'я, фізичних можливостей, рухових якостей, виконання технічних і тактичних задач, ігрової ефективності, психічних та конституційних особливостей, домінування зору, ніг, асиметрії мозку, стиля змагальної діяльності і інше [70., 77.]. Важливо відмітити, що у якості критеріїв диференціювання тренувального процесу можуть виступати вікові особливості, рівень фізичної, технічної та функціональної підготовленості, ігрове амплуа, соматотип спортсмена та інше [56., 75., 151.]. Перерахованим критеріям диференціювання тренувального процесу властиві педагогічні, морфологічні і психологічні чинники і недостатньо уваги приділено стійким біологічним властивостям диференціювання навантажень. Спеціалісти з теорії та фізіології спорту добре знають, що основна спрямованість тренувального процесу зводиться до удосконалення біологічної природи [73., 100., 83., 116.], серцево-судинної, дихальної систем [64., 65., 81.], нервової систем [43., 51., 52., 70.] та механізмів, що забезпечують м'язову діяльність. Необхідно відмітити, що індивідуально-типологічні властивості нервової системи характеризуються стійкою біологічною природою [25., 40., 51., 62.]. Унікальність кожного з цих підходів буде визначатися індивідуально- типологічними властивостями нервової системи, які є найбільш інформативними щодо організації диференціювання, управління та прогнозуванні ігрової діяльності.

Припускаємо, що індивідуально-типологічні властивості нервової системи у спортсмені можуть здійснити вплив на функціональну реактивність основних функціональних систем та їх фізичну працездатність. Наявність відмінностей за цими показниками може бути підставою для вирішення завдань диференційованого підходу до управління тренувальним процесом та підвищення функціональних можливостей спортсменів.

У більшості наукових робіт відсутня вагома інформація про характеристики і особливості функціональної реактивності кардіореспіраторної системи, крові, енергетичного метаболізму, фізичної працездатності у висококваліфікованих спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. Не з'ясовані теоретичні та практичні можливості використання типологічних властивостей нервової системи для моніторингу функціонального стану, фізичної працездатності, резервних можливостей енергетичного метаболізму, дихальної та серцево-судинної системи спортсменів [29., 67., 149.]. Це свідчить про існування протиріччя між необхідністю здійснювати диференційований підхід і недостатнім вивченням цього питання з урахуванням індивідуально-типологічних особливостей нервової системи. Вказані проблеми визначили актуальність дисертаційної роботи по темі: «Індивідуальні особливості функціональної реактивності та фізичної працездатності спортсменів з різними типологічними властивостями нервової системи».

**Гіпотеза дослідження.** Необхідно було підтвердити чи спростувати фізіологічну роль генетично детермінованих індивідуально-типологічних властивостей нервової системи в управлінні функціональними процесами кардіореспіраторної системи та фізичної працездатності елітних спортсменів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана згідно планів наукової роботи Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького, а також досліджень держбюджетних тем МОН України: „Механізми взаємодії систем організму як

фізіологічні основи індивідуальності” (№ держреєстрації 0116U003830). Тема дисертації затверджена (протокол №3 від 14.12.2017 р.) та уточнена на вченій раді Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 6 від 13.12.2022 р.). Внесок дисертанта, як співвиконавця теми, полягав у розробці алгоритму, організації та проведення дослідження, впровадженні результатів в практику.

**Мета роботи** – з’ясувати особливості фізіологічної реактивності та фізичної працездатності спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.

Завдання роботи:

1. Визначити типологічні властивості нервової системи футболістів високої кваліфікації та їх нейродинамічні характеристики.

2. Виявити особливості аеробного та анаеробного метаболізму спортсменів високої кваліфікації залежно від індивідуально-типологічних особливостей нервової системи.

3. Вивчити особливості фізичної підготовленості спортсменів залежно від індивідуально-типологічних особливостей нервової системи.

4. Дослідити індивідуальні характеристики каріореспіраторної реактивності у осіб з різними типологічними властивостями нервової системи.

5. Встановити зв’язок типологічних властивостей нервової системи з функціональними особливостями кардіореспіраторної системи, енергетичним метаболізмом та фізичною працездатністю спортсменів.

**Об’єкт дослідження** – нейродинамічні властивості нервової системи, фізична працездатність та реактивність кардіореспіраторної системи, енергетичний метаболізм спортсменів високої кваліфікації.

**Предмет дослідження** – особливості загальної та спеціальної фізичної працездатності та фізіологічної реактивності спортсменів високої кваліфікації у залежності від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи.

Для досягнення мети і задач дослідження у дисертації використали наступні **методи**: аналіз і узагальнення наукової літератури по проблемі, з допомогою комп'юторної установки «Діагност-1М» досліджували нейродинамічні та типологічні властивості нервової системи, телеметричними комплексами GPSport системи «Catapult» та «Polar» m400 визначали фізичну працездатність та фізіологічну реактивність біохімічних характеристик крові, що вимірювали з допомогою аналізатора ABL800 «Radiometr», ЕХО-кардіографія (SIEMENS ACUSON X 300), ергоспірметрії на тредмлі “Schiller AG”, газоаналіз (Oxuson Mobile) та методи математичної статистики.

**Теоретичними основами дослідження були**: концептуальні положення вітчизняної та зарубіжної психофізіології про те, що нейродинамічні, індивідуально-типологічні властивості нервової системи є найбільш значимі у формуванні біологічної компоненти особистості (Макаренко М, Макаруч М., Коробейніков Г., Eysenk H, Gray J, Strelau J, Stolen T., Chamari K., Castagna C., Wisloff U.); констатовано, що ФРНП, СНП, ВНП описують генетично детерміновані індивідуальні відмінності і є базовими психофізіологічними властивостями, що визначають характер участі механізмів регуляції мозку, серця, дихання, крові та енергетичного метаболізму; теорія повторного входу (Edelman G. M.); функціонального ядра (Klimesch W.); детектора помилок та гнучких і жорстких нейромереж (Бехтерева Н.П.); функціональної системи (Анохін П.К.); теорії ієрархії управління сенсомоторними рухами (Бернштейн Н.А.); методичні підходи оцінки функціонального стану та резервних можливостей спортсменів (Міщенко В. С., Філіппов М. М.), концепцію фізіологічної суперсистеми (Сагач В.Ф.).

**Наукова новизна роботи.** Вперше встановлено зв'язок індивідуально-типологічних властивостей ЦНС з функціональним станом, реактивністю серцево-судинної, крові, дихальної систем, енергетичного метаболізму, нейрогуморальними механізмами та фізичною працездатністю спортсменів. Загальною закономірністю дослідження є те, що індивідуально-типологічних

властивостей ФРНП, СНП та ВНП описують генетично обумовлені індивідуальні відмінності та є базовими властивостями нервової системи, що визначають характер участі психофізіологічних властивостей у формуванні функціональної системи спортивної діяльності. Дослідження індивідуально-типологічних властивостей ФРНП, СНП, ВНП вперше показали, що спортсмени характеризуються вищим рівнем, з більш інтенсивним та випереджаючим характером розвитку, високою пластичністю нервових процесів, ніж у не спортсменів.

Індивідуально-типологічні властивості нервової системи є базовими генетичними нейрогуморальними механізмами, що формують індивідуальний тип гомеостатичних реакцій адаптації до напруженої фізичної діяльності. Вони характеризують кінетику розгортання фізіологічних реакцій та їх рухливість, що розуміється як здатність швидко у реакціях серцево-судинної, дихальної та системи крові і енергетично метаболізму реагувати на зміну інтенсивності фізичного навантаження. Досліджувані типологічні властивості забезпечують функціональну стійкість фізіологічних реакцій, що характеризується як здатність підтримувати високий рівень реакцій кардіореспіраторних і біоенергетичних систем у процесі фізичних навантажень. Індивідуально-типологічні властивості визначають функціональну межу та здатності використовувати резервні можливості сенсомоторних властивостей (ПЗМР, РВ1-3, РВ2-3, ЦОІ. МР), серцево-судинної системи (HR, Q, УОК,), структурно-функціональних характеристик серця (КДО, КСО, СВ, ФВ, МШС, КДО), дихання ( $V_E$ ,  $VO_2$ ,  $VCO_2$ , ДК), енергетичного метаболізму ( $VO_{2max}$ ,  $VCO_{2,max}$ , АНП, НLa.) та їх рівень, що забезпечує високу фізичну працездатність (Т, W, Вт, V,  $V_{max}$ .) у спортсменів.

Поглиблені знання про зв'язок характеристик фізіологічної реактивності кардіореспіраторної системи, крові, енергетичного метаболізму та фізичної працездатності спортсменів з індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. Подальшого розвитку набули теоретичні підходи про

залежність кардіореспіраторної системи, крові, аеробного, анаеробного метаболізму та фізичної працездатності від фенотипічних властивостей нервової системи забезпечувати максимально можливий індивідуальний рівень фізіологічної реактивності і фізичної працездатності.

**Практичне значення отриманих результатів.** Експериментальні результати мають вагомe теоретичне значення і дозволяють сформулювати уяву про фізіологічну роль індивідуально-типологічних властивостей нервової системи у підвищенні фізичної працездатності та реактивності основних систем організму спортсменів. Кількісні та якісні нейродинамічні характеристики, функціонального стану, реактивності кардіореспіраторної системи, анаеробного та аеробного метаболізму і фізичної працездатності спортсменів з урахуванням високо генетично детермінованих типологічних властивостей нервової системи дозволять краще оцінити результати «фізіологічної ціни» тренувальної та змагальної діяльності спортсмена. Обґрунтований індивідуальний підхід до реалізації технологій управління ігровою діяльністю для осіб з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. Результати дослідження ФРНП, СНП та ВНП є інформативними індикаторами діагностики функціонального стану нервової системи та фізичної працездатності. Результати впроваджені у навчальний процес вищих навчальних закладів України, підготовки та перепідготовки тренерських кадрів, що підтверджено відповідними Актами (Додаток А, 179 с.).

**Особистий внесок здобувача.** На експериментальній базі НДІ фізіології імені Михайла Босого, кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації Черкаського національного університету автор особисто виконав дослідження згідно планів наукової роботи, виконання держбюджетних тем. Пошук та аналіз літературних джерел, статистична обробка та теоретичне обґрунтування результатів досліджень виконані дисертантом. Результати досліджень опубліковані у працях здобувача. Планування досліджень та розробка методичних підходів, формулювання висновків і редагування дисертації



проведено за участю наукового керівника д.б.н, професора Лизогуба В. С. Автор висловлює глибоку вдячність колегам за допомогу в проведенні досліджень, участь яких відмічена у публікаціях.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення й результати дослідження представлені та обговорені на наукових і науково-практичних конференціях, конгресах, з'їздах, звітних конференціях Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького та інших вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів, а також висвітлені на сторінках фахових наукових видань. Основні положення наукових досліджень представлено та обговорено на Всеукрїнських та міжнародних науково-практичних кворумах: Матеріали VIII з'їзду Українського біофізичного товариства (Київ, 2019); Матеріали міжнародної наукової конференції «Актуальні проблеми фізичної культури, спорту і здоров'я» (Черкаси, 2020); VIII Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми фізичного виховання, спорту і туризму», (Мозирь, 2020); Міжнародна науково-практична конференція (Гомель, 2020, 2021); VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції Медико-біол. проблеми фізичного виховання різних груп населення (Луцьк 2022), (Дотаток В 183 с.).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 16 наукових робіт, 7 з яких статті у вітчизняних 3 у зарубіжних, 2 у наукових журналах, що індексуються у наукометричних базах Web of Science та Scopus, 7 – у вигляді статей фахових видань, рекомендованих МОН України, 6 - у вигляді тез наукових з'їздів та конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Дисертація викладена на 183 сторінках, містить 27 таблиць, 32 рисунки, список використаних джерел складається із 172 найменування вітчизняних і зарубіжних видань.

## РОЗДІЛ 1

### АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНОЇ РЕАКТИВНОСТІ ТА ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПОРТСМЕНІВ З РІЗНИМИ ІНДИВІДУАЛЬНО-ТИПОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Актуальним напрямком біологічної науки та фізіології спорту є пошук шляхів оптимізації тренувального процесу спортсменів на основі знань про закономірності становлення фізичної працездатності та реактивності функціональних системи. Висловюють припущення, що найкраще це можна зробити на основі урахування вроджених індивідуальних високо генетично детермінованих властивостей спортсменів [73., 83., 100.].

Відомо, що футбол є багатокомпонентним видом ігрової діяльності і тому в якості критеріїв диференційованого підходу до удосконалення фізичної працездатності та функціональної реактивності виступають різниці у фізичній, технічній підготовленості футболістів, ігрове амплуа, типи будови тіла, біологічний вік, особистісні психофізіологічні особливості, біоенергетичні характеристики [42., 83., 100.]. Значний інтерес становить пошук критеріїв, що відрізняються стійкою біологічною природою та генетично детермінованих маркерів, які є найбільш інформативними щодо управління та прогнозування індивідуальної фізичної працездатності та функціональної реактивності гравців [88.]. Ми припускаємо, що таким критеріям виступають індивідуально-типологічні властивості нервової системи: функціональна рухливість, сила та врівноваженість нервових процесів [40., 51.].

Аналіз літератури показав, що у наукових роботах відсутня ґрунтовна інформація про характер і особливості динаміки фізичної працездатності та функціональної реактивності кардіореспіраторних систем, стану біоенергетичних характеристик у залежності від генетично детермінованих

індивідуально-типологічних особливостей нервової системи. Не з'ясовані і не у повній мірі вивчені можливості індивідуально-типологічних властивостей для моніторингу фізичної працездатності, функціональної реактивності та резервних можливостей футболістів. Залишаються не дослідженими цілий ряд питань, стосовно фізичної працездатності і реактивності кардіореспіраторної системи, енергетичного метаболізму футболістів високої кваліфікації та їх зв'язок з індивідуальними типологічними характеристиками нервової системи. Вивчення цих питань проводилось у стаціонарних та у лабораторних умовах і не досліджувались під час ігрової діяльності. І тільки з появою телеметричних методів дистанційного моніторингу таких як «Катапульта», «EVO», та «Polar», Meta Max Cortex і інших, стало можливим дослідити рівень фізичної працездатності та функціональної реактивності у процесі ігрової та змагальної діяльності.

Аналіз літератури свідчить про наявність протиріччя між необхідністю здійснення диференційованого підходу до організації тренувального процесу футболістів та недостатнім науковим обґрунтуванням цього питання з урахуванням особливостей індивідуально-типологічних властивостей нервової системи футболістів. Відзначаємо, що знання про зв'язок фізичної працездатності та функціональної реактивності кардіореспіраторних систем футболістів, особливостей енергетичного метаболізму з типологічними властивостями основних нервових процесів має не лише теоретичний, а й практичний інтерес. Вирішення цих завдань, дозволить більш ефективно впливати на фізичну та функціональну підготовленість атлетів, поглибити розуміння особливостей формування індивідуально-типологічних властивостей нервової системи, а також планувати, прогнозувати і оптимізувати спортивну підготовку футболістів.

Тому метою роботи було з'ясувати особливості фізіологічної реактивності та фізичної працездатності спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.

### **1.1. Проблемні питання фізичної працездатності спортсменів**

У цьому підрозділі ми концентруємо увагу на психофізіологічних процесах, що забезпечують високу працездатність організму спортсмена у тренувальному процесі та під час виступів у змаганнях. Відомо, що футбол є багатоконпонентним видом спортивної діяльності і тому тренерам необхідні знання про стан фізичної працездатності організму [75., 88., 94., 108., 159., 169., 170., 48.]. До поняття «фізична працездатність» входить сукупність складових, які організовують м'язову діяльність, що прискорює і оптимізує процес адаптації та підвищує рівень спортивної майстерності. Саме з таким розумінням фізичної працездатності пов'язані сучасні наукові дослідження і практичні рекомендації, що стосуються процесу підготовки спортсменів.

На сьогоднішній день, процес підвищення фізичної працездатності можна представити як взаємодію двох основних чинників. Один з них є фізичне навантаження, яке виступає основним подразником і викликає відповідні функціональні реакції в організмі спортсменів. Інший чинник – відновлення, впродовж якого відбувається закріплення функціональних і структурних змін в організмі. Таким чином, обидва чинники, за різними параметрами, організовують функціональну систему управління спортивним тренуванням.

Визначення граничних меж адаптаційних процесів, фізичної працездатності і резервних можливостей організму спортсмена – один з найбільш важливих розділів фізіології спорту. Більшість фахівців прийшли до згоди, що досягнення високих результатів гравцями у сучасному футболі залежать від фізичної, технічної, психологічної і тактичної підготовленості [56., 68., 69., 88., 90.]. Проте ці завдання не можуть бути вирішені доки фізична працездатність аналізуватиметься тільки на основі технічної і тактичної підготовленості. Жодна з цих сторін не може бути врахована без функціональних процесів, що лежать в основі фізичної працездатності [73.]. Показано, що високий рівень розвитку фізичних якостей у спортсменів може

бути реалізований лише за умов важливих функціональних систем і фізичної працездатності [73., 83., 100.].

Сучасні уявлення про фізичну працездатність, гомеостаз, закономірності адаптації функціональних систем засновані Д.Баркрофтом, Л.А. Орбели, П.К.Анохіним, Г.Сельє та ін. стали теоретичною основою для наступного їх поглибленого вивчення. Підкреслюється, що заняття спортом є моделлю діяльності людини де рівень функціонування систем організму знаходиться в межах граничної фізичної працездатності та функціонального напруження систем організму [53., 67., 73., 76., 88.]. Ось чому дослідження фізичної працездатності у спортсменів і, зокрема, у футболістів дозволяє вивчати граничні адапційні можливості людини.

Відомо, що фізична працездатність визначається як потенційна здатність організму виконувати максимум механічної роботи. Результати дослідження останніх років свідчать про те, що велике значення для забезпечення результативної ігрової діяльності у сучасному футболі відіграє фізична працездатність гравців [56., 75., 88., 148., 149., 150., 159.]. Як зазначають спеціалісти, фізична працездатність спортсменів залежить від морфо-функціональних характеристик організму, сили, витривалості та м'язової координації [99.], а також від потужності, ємності та ефективності механізмів енергозабезпечення [56., 75., 88., 83., 100.]. У практиці футболу доведено і визнано, що результат гри залежить від ряду факторів, включаючи технічну, тактичну, психологічну фізичну та функціональну підготовку [148., 149., 150., 159.]. На рівень фізичної активності футболістів впливає характер техніко-тактичних завдань, які гравець виконує під час гри і також має вплив – спортивна кваліфікація. Рівень розвитку окремих компонентів фізичної працездатності залежить від характеру рухової активності, ігрового амплуа, кваліфікації спортсмена, виду спорту та спадковості [25.]. Відомо і те, що фізична працездатність визначається індивідуально-типологічними властивостями нервової системи [40., 51.]. Всі параметри фізичної

працездатності є важливими для досягнення високих результатів у футболі і їх слід розглядати як компоненти, які впливають на результат гри. У футболі високого спортивного результату можуть досягти ті спортсмени, які будуть мати високий рівень фізичної працездатності [56., 75., 88.].

Отже, стан фізичної працездатності футболістів знаходиться у залежності від: стану здоров'я, морфометричних показників, ендокринної системи, регуляторних функції автономної нервової системи, біоенергетичних характеристик м'язів (рис. 1.1).



Рис. 1.1 Фізична працездатність та чинники, що її забезпечують

Відомо, що підвищення фізичної працездатності футболістів знаходиться у залежності від адаптаційних процесів, що можуть бути викликані специфічними фізичними навантаженнями. При цьому тренувальний процес слід розглядати, як процес спрямованого формування адаптаційних змін в організмі футболістів. Тому адаптаційні перебудови у футболістів можуть бути оцінені спортивним результатом, в основі якого лежить спеціальна фізична працездатність.

Фізична працездатність поділяється на види за характеристиками участі енергетичних систем, які лежать в основі її забезпечення (рис. 1.2.).

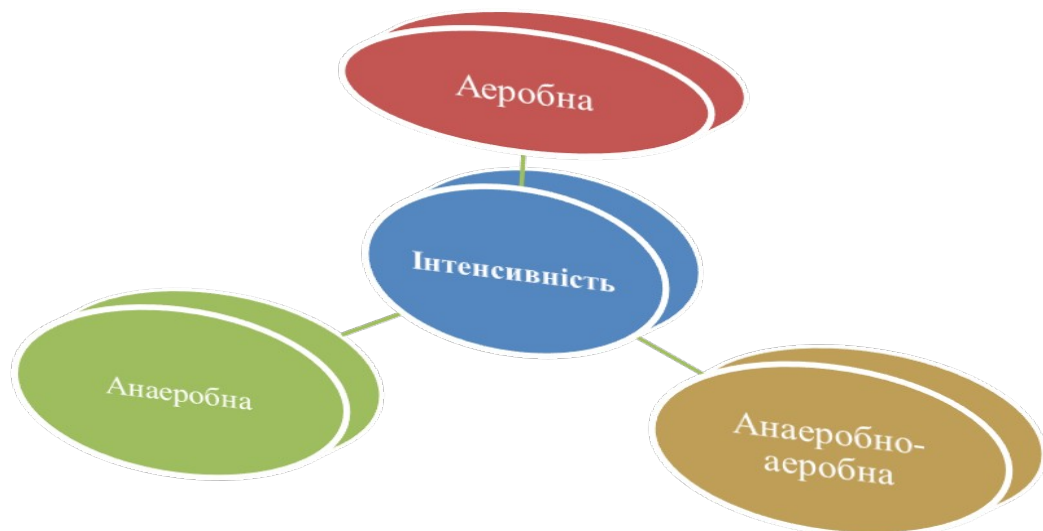


Рис. 1.2 Види фізичної працездатності

Відомо, що аеробна фізична працездатність характеризується, як здатність спортсмена виконувати фізичну роботу, що вимагає значного напруження окислювальних процесів і визначається за показниками МСК, який становить – 5-6 л/хв, або 90 мл/хв/кг [56., 75., 77., 89., 108., 114., 148., 149., 150., 169.]. Аеробна фізична працездатність характеризується здатністю системи гемодинаміки, дихання, крові та нервово-гуморальних механізмів підтримувати високий рівень регуляції функцій тривалий час. Анаеробна фізична працездатність, це здатність спортсмена виконувати фізичну роботу, що вимагає значного напруження алактатних та лактатних механізмів енергопродукції і визначається величиною кисневого боргу та лактату крові, який складає максимально – 20 л та лактатом – 25 ммоль л<sup>-1</sup>.

Анаеробна фізична працездатність характеризується здатністю систем гемодинаміки, крові та дихання підтримувати високий рівень функціонування тривалий час в умовах нестачі кисню та здатністю нервово-гуморальних механізмів підтримувати високий рівень регуляції функцій тривалий час в умовах нестачі кисню. Аеробно-анаеробна фізична працездатність – це

здатність спортсмена виконувати фізичну роботу, що вимагає значного напруження гліколітичних та окислювальних механізмів енергопродукції і визначається за величиною ПАНУ, яка становить – 70-80% від МСК. Анаеробно-анаеробна фізична працездатність характеризується здатністю системи гемодинаміки підтримувати високий рівень функціонування тривалий час в умовах аеробного гліколізу, здатність системи дихання підтримувати високий рівень функціонування тривалий час в умовах аеробного гліколізу, здатність системи крові підтримувати високий рівень функціонування тривалий час в умовах умовах аеробного гліколізу, здатністю нервово-гуморальних механізмів підтримувати високий рівень регуляції функцій тривалий час в умовах умовах аеробного гліколізу.

Дослідження впливу м'язової діяльності на адаптаційні процеси слід розглядати, як процес цілеспрямованого підвищення функціональних можливостей організму спортсмена – «спрямована адаптація». Тому тренувальний процес повинен бути спрямований саме на розвиток тих функціональних можливостей організму, які закладені в основу спеціальної фізичної працездатності обраного виду спорту, це саме стосується і футболу. Цілим рядом робіт, переконливо доведено, що успішна побудова тренувального процесу в сучасних умовах може бути забезпечена тільки за умови урахуванням фізіологічних та біологічних закономірностей адаптації і у відповідності до характеру м'язової діяльності у конкретній спортивній дисципліні [14., 67., 73., 83.].

Згідно основних положень, в основу управління адаптаційними процесами і підвищення фізичної працездатності закладені закономірності динаміки розвитку втоми та відновлення, спрямованого впливу на біоенергетичні процеси. Необхідно відмітити, що за останні роки науковці, отримали новий експериментальний матеріал [73.] про функціональні процеси та механізми забезпечення фізичної працездатності. З'явилися нові аспекти розуміння суті функціональних змін в організмі спортсмена та фізичної



працездатності. Науковцями та фахівцями-практиками створена основа для диференційованого впливу на різні сторони фізичної працездатності з урахуванням характеру м'язової діяльності та індивідуальних особливостей спортсменів. Висувається думка, що у загальному фізична працездатність спортсмена на рівні м'язової системи може залежати від чотирьох основних чинників: прояв рухових якостей (сила, швидкість, витривалість), енергетичний метаболізм (аеробні та анаеробні), нейрогенний чинник (синхронізація, частота імпульсів) та структура м'язів (гіпертрофія, швидкі повільні та змішані рухові одиниці) [73., 77., 83.] (рис.1.3).

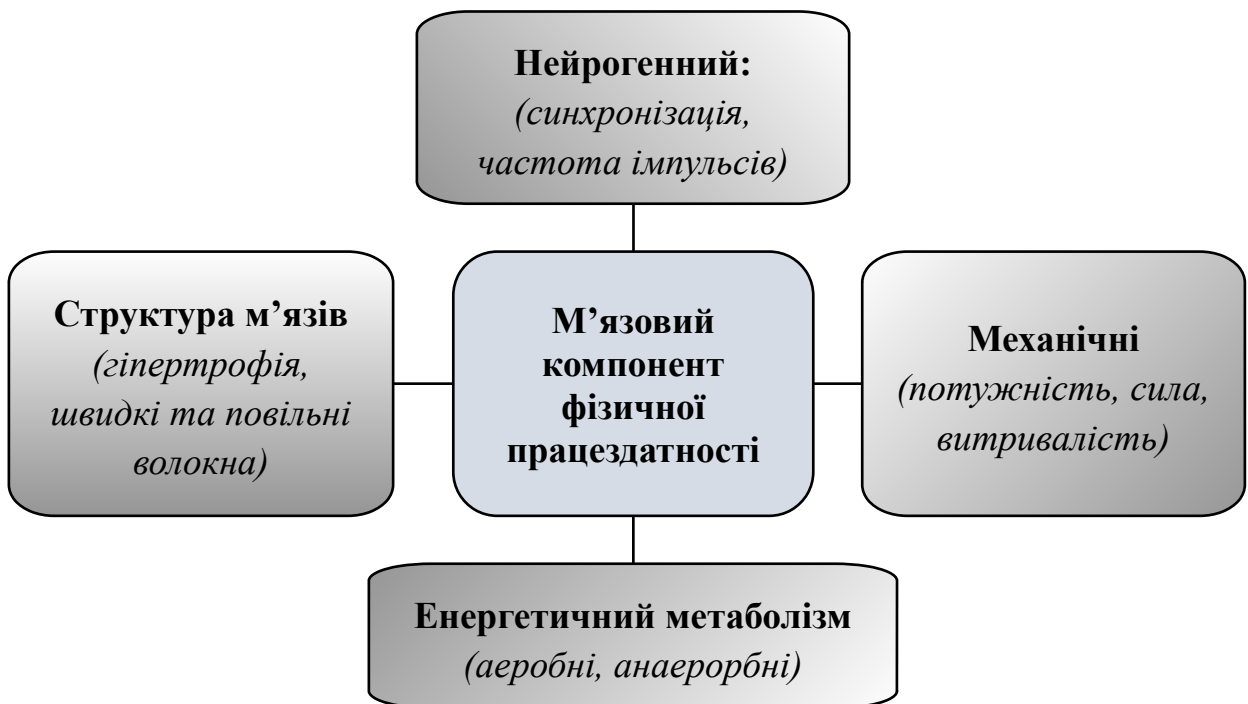


Рис. 1.3 Компонент фізичної працездатності

Високий рівень фізичної працездатності футболістів не завжди і не обов'язково повинен супроводжуватись і високим рівнем удосконалення усіх наведених вище факторів спеціальної працездатності. Існують всі підстави вважати, що для цього потрібно різне співвідношення різних факторів працездатності. Це може бути основою для оптимального виду конкретної ігрової діяльності та урахування індивідуальних особливостей футболістів. Для

ігрової діяльності футболіста, які вимагають переважання витривалості, на перший план виходить аеробне енергозабезпечення і його інтеграція з анаеробними і іншими процесами, які створюють більший діапазон можливих шляхів досягнення високої фізичної працездатності. Саме тому важливим є повне розуміння факторів та механізмів розвитку фізичної працездатності.

За даними різних літературних джерел спостерігали відмінності у виділенні прояву провідних факторів фізичної працездатності спортсменів. Аналіз та узагальнення експериментальних даних представлених у літературі показав, що виділяються такі властивості організму, як потужність функцій, їх економічність і ефективна мобілізація. В ряді робіт концентрується увага на біоенергетичних характеристика потужності, ємності та ефективності, а також оптимізації рівня функціонування різних систем і ланок організму [35., 43., 52., 67., 73.].

На рис. 1.4. представлена структурна схема основних психофізіологічних факторів фізичної працездатності на рівні цілого організму.

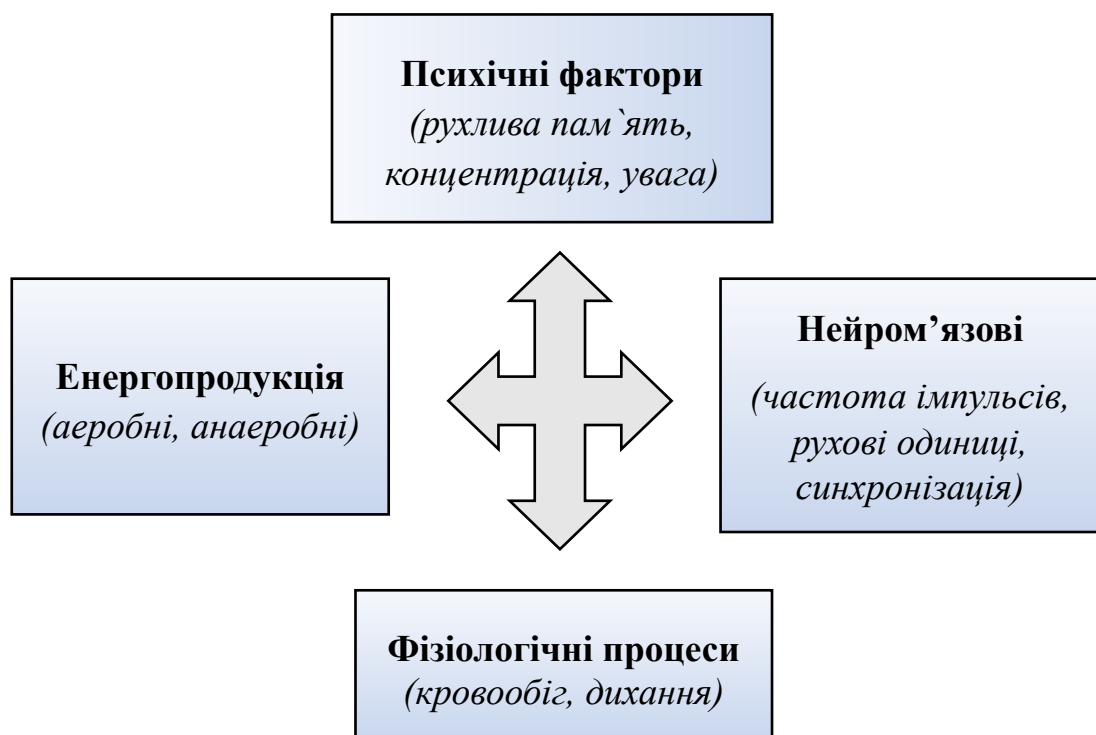


Рис. 1.4 Психофізіологічні фактори фізичної працездатності організму

Виходячи з вище викладеного, проблема підвищення фізичної працездатності футболістів, ефективності тренувального процесу може бути розв'язана через оптимізацію усіх ланок – підвищення міри дії тренувальних навантажень і вдосконалення відновних процесів за умови раціоналізації системи комплексного контролю. Таким чином, пошук оптимальних режимів тренувальних навантажень, їх інтенсифікація, вдосконалення системи контролю впливу навантажень на організм, шляхів індивідуалізації підготовки є актуальним завданням спортивної фізіології.

Цілий ряд авторів відзначають, що забезпечення високої фізичної працездатності повинно йти шляхом підвищення інтенсифікації процесу спеціальної рухової і психофункціональної підготовки з урахуванням та виявлення потенційних резервних можливостей організму футболіста та індивідуальних програм. Інтенсифікація тренувального процесу гостро ставить питання про дотримання під час організації та управління підготовкою кваліфікованих футболістів – принципу індивідуалізації [68., 148., 149., 150.]. Тому, актуальною і цікавою є думка про те, що сучасний рівень розвитку футболу вимагає диференційованого підходу до проблеми вдосконалення фізичної працездатності. Зокрема, важливим є урахування таких чинників, як вік, кваліфікація, ігрове амплуа, період підготовки, які здійснюють істотний вплив на рівень фізичної працездатності [88.]. У цьому плані дуже важливо, на ранніх етапах підготовки визначити сильні і слабкі сторони фізичної працездатності кожного футболіста та внести необхідні корективи у тренувальний процес.

У відповідності до поширеної серед фахівців теоретичної думки, про те що потрібно "підтягувати" властивості фізичної працездатності, що відстають у розвитку, до "модельних характеристик" практика свідчить, що такий підхід часто виявляється не ефективним. Його згубність найчастіше проявляється у процесі тренування футболістів, що мають яскраву індивідуальність. Тренер

прагне підвищити ті властивості фізичної працездатності спортсмена, які багато в чому лімітовані генетично або стримуються, виключно, високим рівнем розвитку інших чинників. Такий підхід, як правило, не лише не дає позитивних результатів, але і "пригнічує" найбільш сильні сторони фізичної працездатності, невілює індивідуальні властивості спортсмена [68.].

Цікавим і перспективним є положення сучасного процесу тренування спортсменів з акцентом на розвиток і вдосконаленні сильних домінуючих властивостей фізичної працездатності спортсмена, а не "підтягування" слабких ланок [68., 69.]. Так наприклад, вузька спеціалізація спортсменів екстракласу може поєднуватися з низькими показниками окремих характеристик фізичної працездатності. За цих умов не має сенсу підвищувати рівень "відстаючих чинників" фізичної працездатності кваліфікованих спортсменів [68., 69.].

Дослідники та футбольні практики на сучасному етапі дійшли згоди, що ігрову спеціалізацію гравців потрібно визначати відповідно до генетичної схильності та розвивати саме сильні ланки фізичної працездатності. Футболісти різних ігрових амплуа, що виконують різну роботу, мають і різну структуру фізичної підготовленості, а також різний рівень розвитку її основних компонентів [88., 89., 96.]. Так були встановлені відмінності у залежності від амплуа футболістів у рівні загальної фізичної працездатності [88.], основних механізмів енергозабезпечення [39., 45.], розвитку рухових якостей [88.], показників психомоторики [35., 36., 37., 77.] та особливостях реакцій системи кровообігу і сенсорних систем [46., 47., 49., 50., 90.].

Сучасний розвиток теорії і практики тренування у футболі неминуче призводить до ретельного обліку в тренувальному процесі індивідуальних особливостей різних характеристик організму спортсменів. Результати досліджень показують відмінності у розвитку окремих сторін фізичної працездатності футболістів. Внаслідок цього представляється доцільним використання диференційованого підходу, як до оцінки фізичної працездатності футболістів так і вдосконалення її окремих компонентів [56.,

89.]. Це вимагає індивідуалізації тренувального процесу не лише в плані техніко-тактичної, а і фізичної підготовки гравців у футболі.

Актуальним і важливим представляється питання про ігрову спеціалізацію гравців на основі урахування індивідуальних особливостей, як при визначенні ігрового амплуа, так і вдосконаленні фізичної працездатності. Це питання може стати одним з найважливіших у спортивної фізіології та теорії і практики спорту.

У спеціальній літературі автори вказують на необхідність диференціації фізичної підготовки гравців, наводяться навіть модельні характеристики основних параметрів фізичної працездатності футболістів різних ігрових ліній [88.]. Останнім часом з'явилися роботи, в яких досліджуються підходи до комплектування різних ігрових ліній залежно від індивідуальних можливостей фізичної працездатності футболістів [68.].

Усе наведене вище вказує на необхідність розробки і впровадження в практику індивідуальних тренувальних програм для підготовки футболістів. Ці програми повинні враховувати модельну структуру фізичної працездатності спортсменів. Особливості, які характерні для них повинні передбачати розвиток домінуючих для кожного гравця рухових якостей і базових механізмів забезпечення спеціальної фізичної працездатності.

Визначення рівня фізичної працездатності футболістів, як найважливішого інтегрального показника спеціальної та функціональної підготовленості, повинне здійснюватися комплексно, оскільки цей показник є мультифакторним. На сьогоднішній день, контроль фізичної працездатності здійснюється в основному тільки за показником зовнішньої механічної роботи. В той час відомо, що фізична працездатність залежить від цілого ряду чинників, які її визначають і лімітують [65., 67.]. Науковцями підкреслюється, що фізична працездатність завжди забезпечується функціонуванням одних і тих же систем організму. На її рівень впливають одні і ті ж чинники, але роль цих систем різна, залежно від спортивної спеціалізації, ігрового амплуа футболіста.

Таким чином, з урахуванням всього вищевикладеного, при організації комплексного контролю необхідно чітко представляти, які саме показники мають провідне значення для забезпечення високої фізичної працездатності. Слід зазначити, що в науково-методичній літературі означені питання представлені фрагментарно або в загальному вигляді [67.].

Основними структурними елементами фізичної працездатності як багатofакторної системи є індивідуальна гранична потужність діяльності фізіологічних функцій, економічність, витрата енергетичних і функціональних резервів організму, робочий діапазон ефективної діяльності фізіологічних функцій і швидкість перебігу обмінних процесів [65.].

Отримані дані та їх аналіз за середніми величинами PWC170 у футболістів показали, що реакція на навантаження в матчі, виражена зниженням загальної фізичної працездатності у залежності від амплуа гравців. І складає для: воротарів – 24,65%, захисників – 26,38%, півзахисників – 28,47%, а для нападаючих – 26,50%. В ході спеціально проведених досліджень, в яких визначали показники PWC170 та МСК у футболістів різного амплуа, встановили, що фізична працездатність у гравців різних ігрових спеціалізацій різна. Найбільшими показниками фізичної працездатності характеризувалися півзахисники і крайні нападаючі, а найменшими показники були у центральних захисників та воротарів. Це пов'язано з тими тактичними завданнями, які виконують гравці різного амплуа в сучасному футболі і, відповідно, об'ємом і інтенсивністю рухової діяльності під час гри [90.].

Фахівці відмічають, що – 90% гри у футболістів відбувається із залученням аеробної фізичної працездатності і за гру вони долають дистанцію – 8-12 км [88.]. Найбільшу дистанцію пробігають гравці середньої лінії, особливо флангові футболісти. Дещо меншу відстань у ході гри долають нападаючі. Ще меншу дистанцію покривають захисники центральної лінії, ніж крайні захисники [51.]. Недавні дослідження під час яких визначали дистанцію, яку футболісти пробігали під час гри показали суттєві різниці між конкретними

значеннями. Існує незначна кількість робіт, які присвячені вивченню співвідношення дистанції та часу, який витрачається у зонах різної інтенсивності, а також довжини дистанції та інтенсивності з якою футболісти її пробігають. Використовуючи різні методи дослідження (відеозйомку, записи на касетах, кінофільми або записи з протоколах) встановили, що фізична працездатність, яка вимірювалася і оцінювалася довжиною дистанції, для захисників була найменшою, у порівнянні з показниками дистанцій гравців інших ігрових амплуа. Останні літературні данні, які отримані з використанням модернізованого і надійного обладнання показали, що у середньому професійні футболісти за гру долають дистанцію – 9-12 км [111., 114.]. Для гравців англійського дивізіону за гру довжина дистанції становить – 11472 м, а для футболістів середньої лінії – 13800 м. Бельгійські спеціалісти отримали наступні результати: для захисників об'єм бігової роботи у межах – 9202 м, для півзахисників – 10719 м, а для нападаючих – 9820 м. Провідні італійські команди мають наступні результати дослідження фізичної працездатності. Відстані, яку долають нападники за гру в середньому становить 10480 м, для півзахисників даний показник становить – 11000 м, для футболістів захисної лінії – 9740 м. Отримані різниці можна пояснити впливом різних факторів. Щоб зрозуміти і уточнити результати необхідні дослідження фізичної працездатності з використанням телеметричних систем.

Отже, серед науковців і фахівців з футболу панує думка, що навантаження, яке отримують футболісти під час гри можна визначати і оцінювати за показниками середньої швидкості та об'єму бігової роботи. Тоді як інші автори наполягають на необхідності тестування фізичної працездатності футболістів, виключно, у польових умовах, наближених до змагальної діяльності [73., 95., 107.]. Лабораторне тестування фізичної працездатності для ігрових видів спорту представляється не раціональним за умови недостатньої інформативності методик дослідження [73., 101., 121.]. Потрібно зазначити, що дослідження дистанції, яку футболісти пробігали під

час гри та часу витраченого на виконання бігової роботи виявили значні різниці між цими показниками у різних авторів. Отримані різниці можна пояснити впливом різних факторів. Щоб уточнити результати потрібні були дослідження з використанням телеметричних систем. Необхідний аналіз часу і рухових дій на основі відео та автоматичної багатоканальної GPS-системи. За умови апаратних та методичних обмежень такі дослідження не проводилися, і тільки з появою GPSports-систем таких як «Катапульта», «EVO», та “Polar” стало можливим такі дослідження. Це значно наблизило до отримання важливої інформації в умовах ігрової діяльності, підвищило надійність результатів.

Необхідно підкреслити, що у минулому столітті були проведені дослідження, що присвячені застосуванню засобів підвищення фізичної працездатності. Але, підхід до вивчення цих питань з позицій сучасних уявлень про спортивне тренування був однобічним і не завжди повноцінним. Так, науковці стверджували, що певні педагогічні, фармакологічні, фізіотерапевтичні або психологічні засоби сприяють підвищенню фізичної працездатності. Це було підставою для рекомендацій щодо впровадження того чи іншого засобу відновлення або їх групи у тренувальну практику. При цьому, як правило, не звертали особливої уваги на характер тренувальної роботи – на кінцевий результат фізичної працездатності. Природно, що такий однобічний підхід викликав суперечності, оскільки проблема виялася набагато складнішою, ніж здавалася на перший погляд. Прихильники впровадження відновлювальних засобів у практику підвищення фізичної працездатності посилалися на те, що вони знижують втому. Виникло питання: для чого знижувати втому, якщо ми її прагнемо під час тренувальних навантажень. Добре відомо, що саме втома в результаті виконання спортсменами окремих тренувальних вправ є одним з основних факторів, що визначають інтенсивність і ефективність пристосувальних змін, пов'язаних з підвищення фізичної працездатності.

Сьогодні загальноновизнано і загальноприйнятим є думка, що втома спортсменів, яка настає в результаті напруженої м'язової роботи, формується



конкретно для кожного виду роботи залежно від ступеня участі в її виконанні функціональних систем і механізмів [13., 73., 77.].

У процесі розробки проблеми, щодо вирішення питання підвищення фізичної працездатності останніми роками отримало нові перспективи. Так, спираючись на результати досліджень, було запропоновано застосовувати фізичні вправи для спрямованого розвитку фізичної працездатності на основі комплексу застосування вправ у окремому занятті або програми всього заняття певної спрямованості [13., 73.]. Великі резерви криються також у використанні засобів попередньої стимуляції фізичної працездатності з метою граничної мобілізації функціональних можливостей організму спортсменів [73.].

Засоби, що входять до програми стимуляції працездатності самі по собі є додатковим навантаженням на організм, що висуває додаткові вимоги до діяльності функціональних систем організму. Ігнорування цього може призвести до зворотної дії додаткових засобів та зниження працездатності, поглиблення втоми, порушення протікання пристосувальних процесів і виникнення інших несприятливих реакцій [13., 73.].

Слід зазначити, що однією з тенденцій сучасного тренувального процесу є об'єднання тренувальних і змагальних навантажень в єдину систему, з відпочинком, який також має розглядатися, як управління фізичною працездатністю спортсмена [73., 83.].

Усі засоби стимуляції фізичної працездатності умовно можна об'єднати у три основні групи: педагогічні, психологічні та біологічні. На фізичну працездатність спортсменів великий вплив мають різного роду чинники соціально-економічного та матеріально-технічного характеру, починаючи від житлових умов і матеріальних можливостей і закінчуючи можливістю користуватися послугами масажистів, дієтологів та інших фахівців.

Центральне місце у підвищенні фізичної працездатності відводиться біологічним засобам. Біологічні засоби підвищення фізичної працездатності сприяють зростанню резистентності організму до навантажень, більш

швидкому зняттю гострих форм загальної та місцевої втоми, ефективному відновленню енергетичних ресурсів, прискоренню адаптаційних процесів, підвищенню стійкості до специфічних і неспецифічних стресових впливів. У групі медико-біологічних засобів слід розрізняти: 1) гігієнічні засоби; 2) фізичні; 3) харчування; 4) фармакологічні засоби (рис. 1.5.).

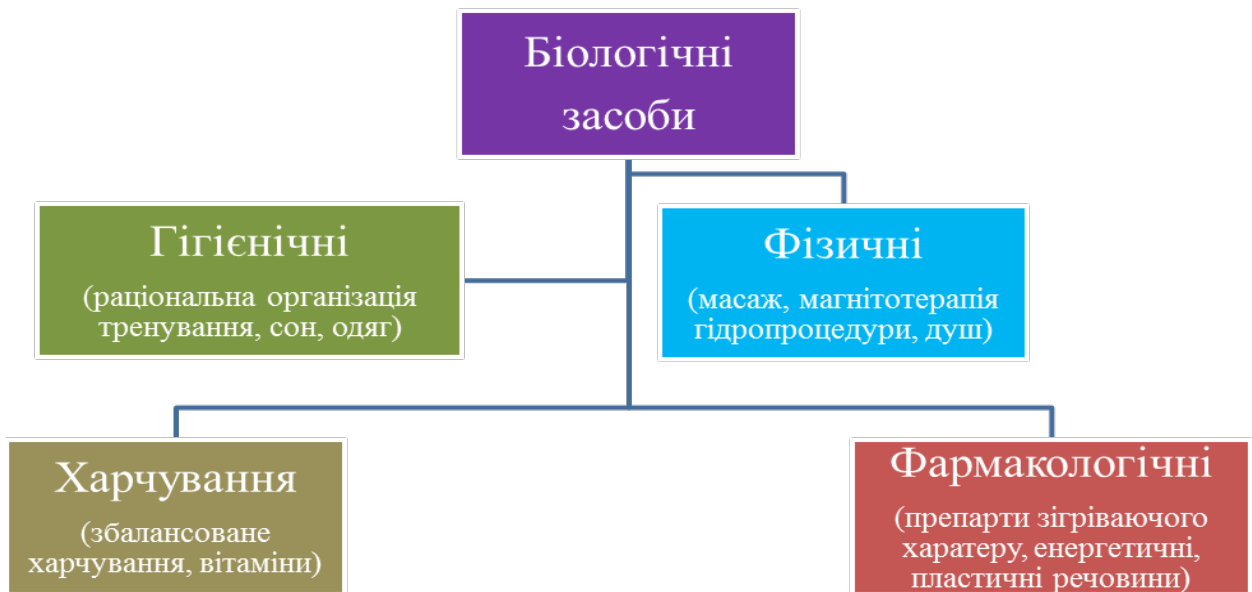


Рис. 1.5 Біологічні засоби підвищення фізичної працездатності

Необхідно відмітити, що останніми роками набули широкого поширення психологічні засоби підвищення фізичної працездатності. За допомогою психологічних впливів вдається швидко знизити нервово-психічну напруженість, стан психічної пригніченості, швидше відновити витрачену нервову енергію, сформувати чітку установку на ефективне виконання тренувальних і змагальних програм.

Психологічні засоби підвищення фізичної працездатності у спорті досить різноманітні. До найважливіших з них належать: аутогенне тренування і його модифікація – психорегулююче тренування, нав'язаний сон-відпочинок, самонавіювання, відео-психологічний вплив.

Важливе місце у підвищенні фізичної працездатності відводиться педагогічним засобам, що передбачає управління працездатністю спортсменів за допомогою доцільно організованої м'язової діяльності.

Щодо вирішення завдань, які виникають у процесі відновлення і відпочинку спортсменів і пов'язані зі стимуляцією працездатності і відновлювальних реакцій, то засоби що застосовуються для підвищення фізичної працездатності спортсменів можуть бути поділені на кілька груп: глобального, вибіркового та загальнотонізуючого впливу.

Слід враховувати, що застосування засобів відновлення і стимуляції працездатності мають відповідати величині і спрямованості навантажень тренувальних занять. Необхідно думати, що відновні процеси зовсім не безпечна процедура, здатна тільки знизити втому, прискорити протікання відновлювальних процесів, підвищити працездатність. Кожна процедура сама по собі є додатковим навантаженням на організм, що висуває певні вимоги, часто вельми значні, до діяльності функціональних систем організму. Ігнорування цього може призвести до зворотної дії – посилення втоми, зниження працездатності, порушення протікання пристосувальних процесів і виникнення інших несприятливих реакцій [13., 14., 73.].

Усе викладене вище вказує на необхідність розробки і впровадження в практику тренування програм якісного медико-біологічного контролю для дослідження і підвищення фізичної працездатності та функціональної реактивності футболістів різного амплуа. Ці програми повинні враховувати модельну структуру фізичної працездатності футболістів різних ігрових ліній та особливості, які характерні для індивідуальних нейродинамічних особливостей кожного гравця.

## **1.2. Стан дослідження функціональної реактивності у спортсменів**

У підрозділі 1.1 ми зясували, що для спортсменів характерним є високий фізичної працездатності, який дозволяє підтримувати високу рухову активності

під час гри. Показано, що для ігрової активності футболістів характерною є перемінна потужність роботи, яка співпадає з постійною зміною структури і спрямованості рухових дій, а також зміною ігрових ситуацій. У цьому підрозділі ми зосередили увагу на функціональній реактивності кардіореспіраторної системи та енергетичному метаболізмі, що організовується відповідно до ігрових задач. Це обумовлює необхідну для їх реалізації програму тренування. Оптимізація функціональної підготовленості спортсменів та вдосконалення управління тренуванням повинно відбуватися у відповідності до ефективного його функціонування [13., 73.]. Сенс управління тренувальним процесом полягає у зміні стану функціональної системи, у цілеспрямованому переводі її на новий, більш високий запланований рівень. Підвищення ефективності функціонування кожної ланки системи управління позитивно позначається на кінцевому результаті тренувального процесу і призводить до зростання рівня спеціальної підготовленості спортсмена.

Якщо розглядати управління функціональною підготовленістю спортсмена у відповідності до принципів системного підходу, розробленого академіком П.К.Анохіним, то будь-яка діяльність, у тому числі і спортивна є взаємодія психічного, нейродинамічного, енергетичного та рухового компонентів, що організовані КГМ і спрямоване на досягнення корисного результату. Відповідно до цього і функціональна реактивність спортсмена характеризується злагодженою взаємодією наступних компонентів, що забезпечують досягнення запланованого спортивного результату:

1. Психічного (оперативний аналіз ігрової ситуації, що швидко змінюється, прогнозування, вибір і ухвалення рішення, інші функції вищої нервової діяльності);
2. Нейродинамічного (підвищення рівнів збудливості, рухливості, зрівноваженості та стійкості кіркових процесів);
3. Реактивності кардіореспіраторної системи;
4. Енергетичного (аеробної і анаеробної продуктивності організму);

5. Рухового (переважно швидкісно-силових якостей і координаційних здібностей (спритності) [76.].

На сучасному етапі розвитку футболу важливим є облік чинників спеціальної підготовленості гравців, що роблять важливим диференційований підхід до проблеми формування і вдосконалення функціональної підготовленості.

У деяких випадках виділяються тільки два головних механізми підвищення функціональної реактивності: підвищення верхньої межі функціонування різних систем та їх узгодження. В останньому випадку мова йде про здатність ефективно регулювати функції в умовах значних фізичних навантажень. Підкреслюється роль узгодження у діяльності рухового апарату і вісцеральних органів – моторно-вісцеральної інтеграції [46., 47., 49., 50., 67., 83.]. На рис. 1.6. представлена авторська структурна схема основних варіантів виділення ключових фізіологічних факторів фізіологічної реактивності на рівні цілого

організму, що розроблена на підставі даних літератури.

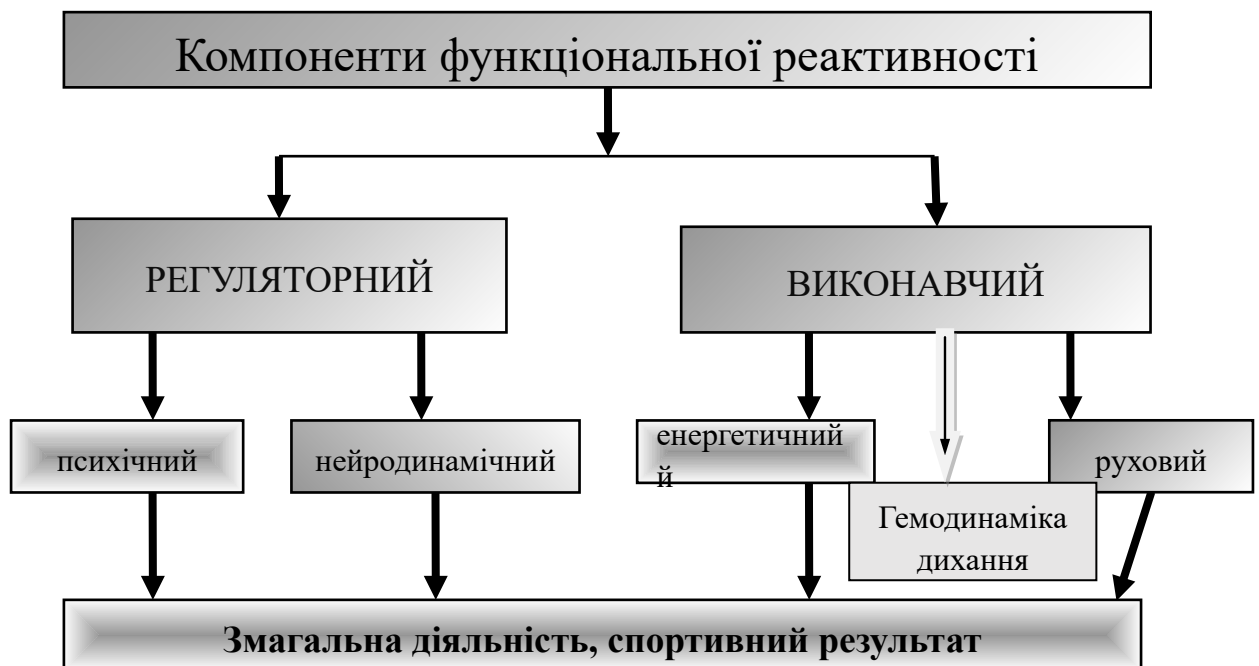


Рис.1.6. Психофізіологічні фактори функціональної реактивності

Питанню ролі психофізіологічних факторів мобілізації функціонального потенціалу футболістів постійно приділяється увага у дослідженнях і спортивній практиці. Так, на підставі вивчення фізіологічних показників під час ігрової діяльності виявлені закономірності, що допомагають диференціювати тренувальне і змагання навантаження у футболістів різного амплуа [56., 88., 148., 149., 150., 159.]. Виявлені особливості адаптивних реакцій серцево-судинної системи і реакцій систем аналізаторів у футболістів різної ігрової спеціалізації.

На рис. 1.7. представлена стуртурна схема психофізіологічних факторів мобілізації резервів організму.



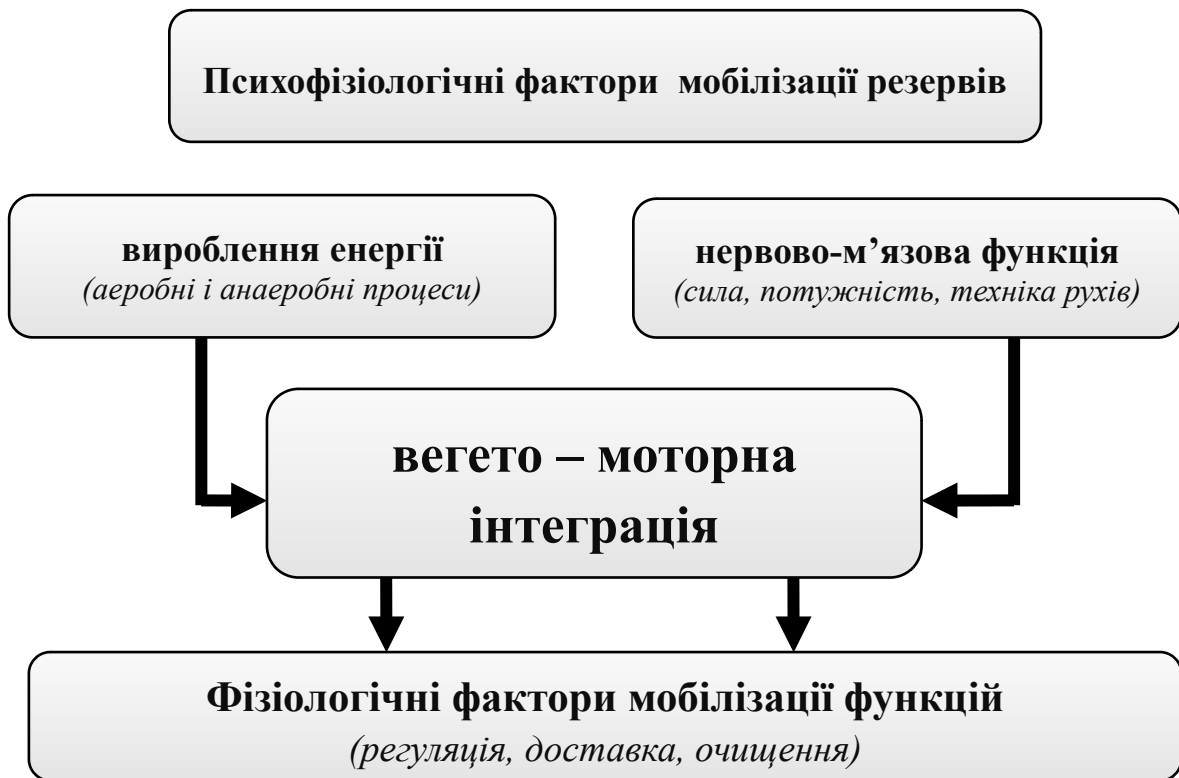


Рис. 1.7. Структурна схема психофізіологічних факторів мобілізації резервів

В процесі виконання напруженої м'язової діяльності стан обміну речовин в організмі спортсменів набуває значних і швидких змін [15.]. Ці зрушення особливо важливі за умови різких змін характеру та інтенсивності навантаження під час ігрової діяльності [75., 168.]. Специфіка проявів високого рівня фізичної підготовленості у футболістів визначається співвідношенням потужності, ємності та ефективності внутрішньом'язового запасу аденозинтрифосфату м'язів та енергетичних джерел аеробного, аеробно-анаеробного, лактатного та алактатного їх механізмів [15., 51., 67., 156., 159.]. Об'єктивна оцінка функціонального стану футболістів є головним завданням практики та фізіології, спортивної медицини. Тому з'ясування особливостей динаміки метаболічних функцій у футболістів під час напруженої ігрової діяльності перемінного характеру має важливе значення для наукового



обґрунтування побудови раціональної тактики ведення гри. Необхідно знати, у якому зв'язку знаходиться ігрова активність футболістів з ефективністю використання біоенергетичного потенціалу, щоб передчасно не викликати вичерпання джерел енергетичних ресурсів та розвитку втоми, як повністю використати енергетичний потенціал і досягнути запланованого високого спортивного результату.

Так, з літератури відомо, що захисники і нападаючі мають майже однакові анаеробні алактатні можливості, тоді як півзахисники в цьому відношенні відстають від них. Причина відставання криється в тому, що під час гри від півзахисників вимагається прояв більш високого рівня витривалості, чим від гравців інших амплуа. Можна припустити, що енергетичні здібності півзахисників "зрушені" у бік аеробної продуктивності. Було відмічено помітну перевагу воротарів за величиною максимальної анаеробної потужності (МАМ). Цю особливість можна пояснити тим, що дії воротарів зв'язані, головним чином, з максимальними м'язовими зусиллями "вибухового" характеру (реактивні дії, кидки, стрибки та ін.). Був виявлений кореляційний зв'язок показників МАМ з алактатною і лактатною фракціями загального кисневого боргу [77.].

У спеціальному дослідженні визначалися особливості адаптивних реакцій систем футболістів, що забезпечують енергією, залежно від ігрової спеціалізації. Було відмічено, що ЧСС у півзахисників статистично достовірно нижче, ніж у захисників. У них відзначається істотно менше споживання кисню, чим у нападаючих. Кількість кислих продуктів, що поступили в кров'яне русло при навантаженні, у півзахисників менше, ніж у захисників, що відбиває меншу напругу енергетичних систем у півзахисників при стандартному навантаженні. Найменший час роботи в лабораторному тесті показала група захисників. У зоні відмови від роботи, при практично однаковій ЧСС і МОД, споживання кисню було істотно вище в групі нападаючих у порівнянні з півзахисниками [56., 75., 88.]. Відмінності результатів

пояснюються особливостями рухової діяльності футболістів різних амплуа. Так, у півзахисників в структурі ігрової діяльності у порівнянні з футболістами інших амплуа значний відсоток часу займає біг з помірною інтенсивністю [39., 45.]. Тому при виконанні лабораторного бігового навантаження з помірною інтенсивністю у півзахисників спостерігається більш економне функціонування енергетичних систем організму.

Нападаючі в силу своїх основних ігрових функцій переміщуються по полю на більш високих швидкостях. За даними В.Н. Шамардіна [88.], вони більші, ніж футболісти інших ліній, пересуваються з субмаксимальною інтенсивністю, тобто в зоні критичної потужності (на рівні МСК). Така особливість рухової діяльності нападаючих, мабуть, і зумовила більш високі значення МСК в лабораторному тестовому навантаженні.

Важливим чинником, що визначає характер гри футболістів різного ігрового амплуа, є розподіл ЧСС за часом у різних пульсових зонах. Реєстрація ЧСС в іграх футболістів показала, що її величина залежить не лише від їх кваліфікації, але і ігрового амплуа. При цьому було виявлено, що значення ЧСС коливаються в досить широких межах – від 130 до 200 уд·хв. [46., 49., 50., 88.]. Середня ЧСС у футболістів різного амплуа складає: для центральних захисників – 163 уд·хв. для крайніх захисників – 169 уд·хв, півзахисників – 174 уд·хв, центральних нападаючих – 172 уд·хв і крайніх нападаючих – 175 уд·хв. У півзахисників в порівнянні з крайніми і центральними нападаючими (при відносно однакових середніх величинах пульсу (74% ігрового часу ЧСС складає 160-180 уд·хв, 10% – більше 180 уд·хв і т. д. У півзахисників від 40 до 50% часу гри ЧСС знаходиться в пульсовій зоні 160-170 уд·хв (у першорозрядників) і 170-180 уд·хв. (у футболістів команд майстрів). У воротарів середня величина ЧСС в грі досягає значень, зафіксованих у польових гравців. Враховуючи той факт, що рухова діяльність воротаря не така висока в порівнянні з польовими гравцями, то досить високий пульс (ЧСС в

середньому рівно за гру – 158 уд·хв) можна пояснити впливом емоційної напруги [46., 49., 50.].

У висококваліфікованих футболістів рівень енерговитрат за гру знаходиться в межах від 1490 до 1980 ккал. При цьому споживання кисню досягає – 68-87% від МСК. Енерговартість роботи у футболістів різного ігрового амплуа неоднакова: вона найбільша у півзахисників і крайніх нападаючих, а найменша у центральних захисників [56., 75., 88.]. Як бачимо, що футболісти різного ігрового амплуа виконують під час гри різну за характером роботу: півзахисники працюють в режимі, що вимагає розвитку, більшою мірою, загальній витривалості, а крайні захисники і крайні нападаючі – швидкісної витривалості. Це вимагає індивідуалізації тренувального процесу не лише в плані техніко-тактичної, але і фізичної підготовки гравців різних ігрових амплуа [88.].

Реалізація сучасного підходу пов'язана не стільки з розробкою нових засобів і методів підготовки, спрямованої на підвищення ефективності системи енергозабезпечення, стійкості нейродинамічних властивостей організму, розвитком техніко-тактичних можливостей спортсменів, скільки з оптимізацією структури фізичної і спеціальної працездатності, визначенням її провідних компонентів [40., 51., 56., 68., 88.].

Спеціалісти виділяють три основні складові успіху у футболістів: фізіологічні можливості, технічна підготовленість та здатність реалізовувати тактичну модель гри [56., 88.]. Методичні підходи до підвищення фізичної працездатності футболістів на підставі систем функціонального забезпечення достатньо обґрунтовані та знайшли застосування в практиці [68.]. Головне питання полягає у тому, що, як правило, усі запропоновані методичні підходи орієнтовані на диференційований розвиток тих або інших компонентів функціонального забезпечення фізичної працездатності спортсменів [88.]. Більшість із них не враховують структуру спеціальної фізичної працездатності

футболістів, тому їх реалізація у процесі змагальної діяльності часто входить у суперечність із вимогами спеціальної підготовленості [13.].

Існує не велика кількість робіт, які присвячені вивченню співвідношення дистанції та часу, який витрачається у зонах різної інтенсивності, а також довжини дистанції та інтенсивності з якою футболісти її пробігають. Як відомо, гра у футбол включає періоди і ситуації високо інтенсивної, анаеробної активності, що приводить до накопичення молочної кислоти. Тому футболісти потребують зниження активності та перехід в аеробний режим для видалення лактату з м'язів [40., 51., 75.].

Потрібно зазначити, що для сучасного футболу характерним є подальше підвищення інтенсивності ведення матчу, збереження високої інтенсивності техніко-тактичних дій та можливе їх зростання на останніх хвилинах гри, коли особливого значення набуває спеціальна фізична працездатність та підготовленість футболіста [88., 90., 91.]. Остання повинна базуватись на відповідному рівні кардіореспіраторних систем організму []. За результатами наших досліджень та інших авторів гра у футбол супроводжується збільшенням ЧСС до 190 – 210 уд·хв<sup>-1</sup> [40., 51.], зростанням споживання кисню до 90 – 100% від МСК та концентрації лактату крові до 8,34 – 14,0 ммоль·л<sup>-1</sup> [50., 88.]. У кваліфікованих футболістів виявлено високий рівень аеробних можливостей. Рівень МСК у футболістів прем'єр ліги становить – 61,27 мл·кг·хв<sup>-1</sup>, а у гравців провідних зарубіжних команд – 67,05 мл·кг·хв<sup>-1</sup>, що відповідає рівню МСК для кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у велоспорті, академічному веслуванні, лижних перегонах та бігу на середні і довгі дистанції [45., 73., 96., 159.]. Зазначене свідчить про важливу роль, яку може відігравати кровопостачання м'язів за рахунок функції серця, у забезпеченні МСК і фізичної працездатності футболістів [73., 75.]. Виходить, що фізична працездатність футболістів може обмежуватись різними факторами і, у тому числі, кардіореспіраторними можливостями організму спортсмена. Відомо, що важливе значення у забезпеченні організму киснем має збільшення ХОК, який

реалізується за рахунок максимальної мобілізації резервних можливостей серцево-судинної системи [53., 94.]. Саме ця система, за певних умов, може бути слабкою ланкою у транспорті кисню до м'язів і може обмежувати ігрову активність футболістів. З огляду на ряд досліджень [23., 90.], у яких розглядалися особливості серцево-судинної системи у кваліфікованих футболістів у цій проблемі залишається багато нерозв'язаних питань. Щоб зрозуміти і уточнити результати необхідні дослідження фізичної працездатності та стану серцево-судинної системи з використанням новітньої апаратури, а також телеметричних систем.

Таким чином, приймаючи до уваги вищевикладене, можливо з певною вірогідністю стверджувати, що наявні у літературі дані не дають повної уяви про зв'язок фізичної працездатності, біоенергетичних характеристик та функціональної реактивності у футболістів різного ігрового амплуа. Більшість з них отримані в у лабораторних умовах з використанням різних методичних засобів і прийомів дослідження. Саме тому представлені в літературі результати досліджень у більшості носять суперечливий характер, залишається нез'ясованим цілий ряд питань індивідуальних особливостей функціональної реактивності, управління підготовкою футболістів. Разом з тим аналіз наявних даних, свідчать про відсутність чіткої уяви щодо структури фізичної працездатності, функціональної реактивності, характеру анаеробних та аеробних механізмів їх забезпечення. Це певною мірою обумовлено різною інформативністю методів та підходів, які використовуються для вивчення даних властивостей у футболістів, а також відсутністю комплексного підходу до оцінки рівня фізичної працездатності та функціональної реактивності, вирішальної ролі біоенергетичних характеристик у забезпеченні ефективної ігрової діяльності.

Найменш досліджуваною є проблема особливостей фізичної працездатності її біоенергетичних характеристик, функціональної реактивності футболістів в умовах ігрової діяльності. Не з'ясовані загальні закономірності

функціонального забезпечення фізичної працездатності та особливостей формування біоенергетичних механізмів її забезпечення. Необхідно визначити індивідуальну структуру становлення функціональної реактивності, біоенергетичних характеристик футболістів.

Зазначимо, що мала кількість робіт присвячених дослідженню функціональної реактивності та біоенергетичному забезпеченню ігрової діяльності футболістів. Залишається не з'ясованим питання участі біоенергетичних механізмів та функціональної реактивності у забезпеченні фізичної працездатності під час ігрової діяльності футболістів. Дослідження цих питань, якщо і було проведене, то у стаціонарних, лабораторних умовах і майже не досліджено під час ігрової діяльності [46.]. За умови апаратних та методичних обмежень такі дослідження не проводилися. З появою GPSports систем таких як Polar та Meta Max 3B, Cortex і інших, стало можливим їх використання у дослідженнях фізіології спорту, що значно розширило і наблизило до отримання важливої інформації в умовах ігрової діяльності та підвищило їх надійність. І все ж не з'ясованими залишаються ряд питань, стосовно фізичної працездатності футболістів високої кваліфікації у процесі ігрової діяльності та її зв'язок з біоенергетичними характеристиками та механізмами анаеробного та аеробного забезпечення.

Наведені вище результати аналізу літератури підтвердили актуальність означеної проблеми та обумовили вибір дослідження закономірностей та особливостей становлення функціональної реактивності кардіореспіраторної системи та енергетичного метаболізму футболістів. В цілому аналіз наукових робіт по проблемі свідчить про необхідність здійснення диференційованого підходу до організації тренувального процесу футболістів з урахуванням особливостей кардіореспіраторної реактивності та у їх зв'язку з особливостями індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Відзначається, що знання про зв'язок фізичної працездатності та функціональної реактивності кардіореспіраторних систем футболістів, особливостей енергетичного

метаболізму з типологічними властивостями основних нервових процесів має не лише теоретичний, а й практичний інтерес. Вирішення цих завдань, дозволить більш ефективно впливати на фізичну та функціональну підготовленість футболістів, поглибити розуміння особливостей формування індивідуально-типологічні властивості нервової системи, а з іншого – прогнозувати і оптимізувати успішність спортивної підготовки футболістів.

Тому метою роботи було встановити зв'язок фізичної працездатності функціональної реактивності основних систем організму, аеробних та анаеробних механізмів енергетичного забезпечення футболістів високої кваліфікації з індивідуально-типологічними властивостями ЦНС.

### **1.3. Роль індивідуально-типологічних властивостей нервової системи у формуванні фізичної працездатності та фізіологічної реактивності спортсменів**

Відомо, що під час виконання спортсменами різних видів фізичної активності в процесі тренувальної і змагальної діяльності задіяні різні рівні та механізми нервової системи [76., 83.]. При цьому, реалізація фізичного та функціонального потенціалу спортсмена в умовах спортивної діяльності великою мірою визначається індивідуально-типологічними особливостями нервової системи до яких відносяться функціональна рухливість нервових процесів (ФРНП), сила (СНП) та врівноваженість (ВНП) нервових процесів [62., 70., 77.]. Індивідуально-типологічні властивості характеризують фізіологічні процеси, що відбуваються в структурах головного мозку і виступають матеріальною основою вищої нервової діяльності людини. Ці властивості є високо генетично детермінованими і спадково обумовлені, а тому, мало змінюються упродовж життя. Типологічні властивості ВНД є фізіологічною основою темпераменту людини і відображаються у індивідуальних поведінкових реакціях [32., 57., 58., 61.].

В основі індивідуально-типологічних властивостей (рухливості, сили та врівноваженості) ЦНС лежать особливості перебігу нервових процесів, зокрема

збудження і гальмування. Вони характеризують можливості ЦНС швидко реагувати на дію різних подразників (рухливість нервових процесів), тривалий час підтримувати високу працездатність нервових клітин упродовж виконання роботи різної складності (сила нервових процесів) та утримувати баланс між процесами збудження і гальмування (врівноваженість нервових процесів) [62.]. Якісними характеристиками прояву індивідуально-типологічних властивостей ЦНС можуть виступати: час роботи, кількість помилок і точність виконання завдань [6., 59., 71.].

За даними різних авторів і з практики фізіології спорту відомо, що систематичні заняття спортом активують та мобілізують діяльність всіх важливо необхідних систем організму спортсменів, в тому числі нервову, а також систем, які забезпечують формування фізичної працездатності та фізіологічної реактивності [55., 65., 70., 77.].

Відомим фактом є те, що недостатньо вивчені і мало використовуються функціональні характеристики, що забезпечують спеціальну фізичну працездатність з урахуванням енергетичного метаболізму атлетів [65.]. Залишається не з'ясованим питання участі біоенергетичних механізмів у забезпеченні фізичної працездатності під час ігрової активності спортсменів. Дослідження цих питань, якщо і було проведене у лабораторних умовах і не вичене під час ігрової активності [95., 101., 107., 121.].

Недавні дослідження фізичної працездатності за показниками довжини дистанції, яку футболісти пробігали під час гри та часу виявили різниці між конкретними значеннями. Отримані різниці у різних працях можна пояснити впливом різних факторів. Щоб зрозуміти і уточнити результати потрібні були дослідження фізичної працездатності з використанням телеметричних GPS-систем. Використання у дослідженнях телеметричних систем значно розширило і наблизило експериментаторів до отримання важливої інформації в умовах ігрової діяльності. Але, були виявлені значні різниці за умови порівняння результатів фізичної працездатності, довжини дистанції, швидкості



бігу, які отримані різними системами та у різних іграх. Ще більше незрозумілим є питання про відмінності активності футболістів у різних енергетичних режимах. Не з'ясованими залишаються цілий ряд питань, стосовно фізичної активності футболістів високої кваліфікації у процесі ігрової діяльності та її зв'язок з енергетичними характеристиками, механізмами анаеробного та аеробного забезпечення [46., 49., 50., 65., 75., 149., 160., 161.].

Можемо припускати, що ігрова активність та фізична працездатність футболістів може бути обумовлена різними можливостями енергетичного метаболізму. На даний час існують окремі роботи де встановлений зв'язок фізичної активності з енергетичним метаболізмом футболістів, але вони виконані у лабораторних умовах.

З огляду цілого ряду наукових робіт відомо, що для сучасного футболу характерним є високий рівень загальної та спеціальної фізичної працездатності, що підтримує ігрову активність, а також високий рівень реактивності кардіореспіраторних систем [15., 40., 51., 65., 88.]. Тому знання про особливості структурно-функціональних перебудов серця футболістів та об'єктивна оцінка стану фізичної працездатності футболістів має важливе значення для наукового обґрунтування побудови раціональної тактики гри та тренування і є головним завданням теорії та практики спорту, медицини та фізіології. Слід зазначити, що на сьогоднішній день недостатньо вивчені і мало використовуються у практиці тренувальної та змагальної роботи характеристики спеціальної фізичної працездатності футболістів з урахуванням структурно-функціональних перебудов серця [64., 90.]. Припускаємо, що ігрова активність та фізична працездатність футболістів може бути обумовлена структурно-функціональними можливостями насосної функції міокарду. В окремих роботах встановлений зв'язок фізичної активності футболістів з функціональними показниками серця [90.]. Залишається нез'ясованим питання особливостей структурно-функціональної організації серця і її зв'язок з фізичною працездатністю футболістів у різних режимах бігу. Щоб з'ясувати ці

питання потрібні дослідження з використанням телеметричних GPSports-систем. Використання у дослідженнях телеметричних систем значно розширює отримання важливої інформації про стан фізичної працездатності футболістів в умовах ігрової діяльності. Але залишаються нез'ясованими є цілий ряд питань, у тому числі і фізична працездатність футболістів високої кваліфікації у процесі ігрової діяльності та її зв'язок з структурно-функціональними характеристиками серця [90.]. Необхідно знати у якому зв'язку знаходиться фізична працездатність футболістів та ефективність серцевої діяльності. Такі знання необхідні для встановлення закономірностей і особливостей адаптації серцево-судинної системи до інтенсивних фізичних навантажень. Це є основою і базисом підвищення ігрової активності футболістів, підґрунтям попередження розвитку патологічних станів, що становить актуальну проблему теорії спорту, медицини та фізіології. Тому дисертація присвячена дослідженню особливостей структурно-функціональної реорганізації міокарду у футболістів високого рівня кваліфікації з різною градацією ігрової активності. Необхідно було встановити зв'язок довжини дистанції, яку футболісти пробігали за гру з ехокардіографічними показниками серця та індивідуально-типологічними властивостями нервової системи гравців. Ще нез'ясованими залишаються питання про роль високо генетично детермінованих індивідуально-типологічними властивостями ЦНС у реалізації фізичної працездатності та функціональної реактивності футболістів високої кваліфікації. Припустили, що для успішної реалізації фізичної працездатності та функціональної реактивності та з метою організації диференційованого підходу до управління тренувальним процесом необхідно враховувати індивідуально-типологічні властивості нервової системи спортсменів.

Отже, з аналізу літератури видно, що індивідуально-типологічні властивості нервової системи характеризуються міцною і стійкою біологічною природою [40., 51., 62.]. Припускаємо, що індивідуально-типологічні властивості нервової системи у спортсменів можуть здійснити вплив на

функціональну реактивність основних систем та фізичну працездатність. Наявність відмінностей за цими показниками може бути підставою для вирішення завдань диференційованого підходу до управління тренувальним процесом та підвищення функціональних можливостей спортсменів.

У більшості наукових робіт відсутня вагома інформація про характеристики і особливості функціональної реактивності кардіореспіраторної системи, крові, енергетичного метаболізму, фізичної працездатності у висококваліфікованих спортсменів-футболістів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи [29., 149.]. З урахуванням цих проблем сформульована мета та завдання дисертаційного дослідження – з'ясувати якими особливостями функціональної реактивності та фізичної працездатності будуть характеризуватись висококваліфіковані спортсмени з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. Вказана проблема і визначили актуальність дисертаційної роботи і сформулювати тему: «Індивідуальні особливості фізіологічної реактивності та фізичної працездатності спортсменів з різними типологічними властивостями нервової системи».

Необхідно було підтвердити чи спростувати фізіологічну роль генетично детермінованих індивідуально-типологічних властивостей нервової системи в управлінні функціональними процесами кардіореспіраторної системи та фізичної працездатності елітних спортсменів. Намагалися з'ясувати особливості функціональної реактивності основних систем та фізичної працездатності спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.

\*\*\*

Таким чином, на основі аналізу літератури необхідно було з'ясувати, що сформульовані основні закономірності та особливості формування психофізіологічних функцій, фізичної працездатності та функціональної реактивності для осіб, що займаються футболом. Сформульовані спільні, як для

спортсменів, так і людей які не займаються спортом закономірності формування нейродинамічних та сенсомоторних властивостей, фізичної працездатності та функціональної реактивності, які базуються на теоретичних уявленнях про генетичну детермінованість індивідуально-типологічних властивостей ЦНС. Разом з тим відмічаємо, що залишаються нез'ясованими питання про вплив тренувальних навантажень у футболі на підвищення рівня загальної та спеціальної працездатності гравців їх функціональної реактивності у зв'язку з індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.

Таким чином, вдосконалення фізичної працездатності та системи спортивного тренування кваліфікованих футболістів повинно йти шляхом комплексної оптимізації фізичної підготовленості та реактивності функціональних систем. Зараз дуже гостро постає питання про необхідність врахування закономірностей адаптації, диференціювання навантажень, відновних заходів і методики контролю за ефективністю їх дій залежно від індивідуальних особливостей та ігрового амплуа гравців у футболі [88].

З опрацьованих літературних джерел встановлено особливості прояву індивідуальних морфо-функціональних характеристик, психофізіологічних та психомоторних властивостей і вони є актуальним предметом досліджень. Проте, значно менше уваги приділено виявленню особливостей функціональної реактивності карідореспіраторної системи, крові, енергетичного метаболізму у осіб з різною градацією типологічних властивостей нервової системи. Більшість досліджень виконано на спортсменах різного рівня кваліфікації та віку і є достатньо розкритими. Але, наукові данні про роль індивідуально-типологічних властивостей нервової системи спортсменів високої кваліфікації у фізичній працездатності та фізіологічних реакціях різних систем організму не вивчені.

Висловлюємо думку, що врахування у процесі фізичної підготовки атлетів індивідуально-типологічних властивостей може мати вагоме значення для успішної реалізації техніко-тактичної, фізичної, функціональної

підготовленості спортсменів, підвищення їх майстерності [13., 35., 65., 67., 165.]. Видається важливим чітке розуміння фізіологічних закономірностей та індивідуальних особливостей реактивності серцево-судинної, дихальної систем, крові, енергетичного метаболізму та аеробно/анаеробної працездатності у спортсменів з різними генетично детермінованими індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. На підтвердження такого припущення і було спрямоване дане дисертаційне дослідження.

Аналіз та узагальнення наукової літератури по темі дисертаційної роботи вказує на існування протиріччя між необхідністю здійснювати диференційований підхід і недостатньою науковою розробленістю цього питання з урахуванням індивідуально-типологічних особливостей нервової системи. Тому була сформульована проблема дисертаційного дослідження: з'ясувати особливості функціональної реактивності та фізичної працездатності висококваліфікованих спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.

## РОЗДІЛ 2.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Об'єкт досліджень

У професійних футболістів (139 осіб) та не спортсменів (74 осіб) досліджували індивідуально-типологічні, нейродинамічні і сенсомоторні властивості нервової системи, фізичну працездатність, кардіореспіраторну реактивність та аеробні/анаеробні характеристики метаболізму.

Нейродинамічні функції обстежуваних спортсменів і людей, які не займалися спортом досліджували за допомогою комп'ютерної системи «Діагност-1М» [57.]. Визначали індивідуально-типологічні нейродинамічні властивості: функціональну рухливість (ФРНП), силу (СНП) та врівноваженість (ВНП) нервових процесів та сенсомоторні реакції різної складності (ПЗМР, РВ1-3, РВ2-3, ЦОІ, МР) [52., 57.].

За допомогою телеметричної системи «GPSports Catapult» досліджували та визначали і аналізували показники фізичної працездатності, проводили розрахунки аеробних, аеробно-анаеробних, анаеробних гліколітичних і алактатних механізмів енергозабезпечення футболістів. Під час проведення ергоспірометрії на тредмілі "Schiller AG", Швейцарія досліджували показники фізичної працездатності та реактивності кардіореспіраторної системи.

Індивідуальну фізичну працездатність та функціональну реактивність кардіореспіраторної систем організму визначали за показниками: хронометрії, ергометрії, газоаналізу, пульсометрії та математичної статистики. Кардіореспіраторні можливості спортсменів досліджували з допомогою газоаналізатора Oxycon Mobile фірми Jaeger (Німеччина).

HR реєстрували у стані спокою та під час ергоспірометричного тесту з допомогою пульсометра (Polar m400 HR, Polar Oυ, Фінляндія). Вимірювали середнє та максимальне HR для кожного обстежуваного. Визначення лактату в крові (HLa) виконували у стані спою та під час кожної ступені навантаження на

тредбані і човникового бігу проводили з допомогою аналізатора ABL800 фірми «Radiometr» (Данія).

Структурно-функціональні зміни у серці спортсменів та не спортсменів досліджували за допомогою ЕХО-кардіоскопу SIEMENS ACUSON X 300.

Дослідження складалося з чотирьох етапів: на першому етапі (2019–2020 рр.) було визначено тему, мету та завдання дисертаційної роботи, підібрані методи дослідження, а також проведений аналіз науково-методичної літератури вітчизняних та іноземних авторів стосовно проявів індивідуально-типологічних властивостей нервової системи людини та питань особливостей фізичної працездатності та фізіологічної реактивності.

На другому етапі (2020–2021 рр.) у 139 у спортсменів (професійних футболістів) і людей які не займалися спортом досліджували індивідуально-типологічні і сенсомоторні властивості нервової системи, фізичну працездатність, кардіореспіраторну реактивність та аеробні/анаеробні характеристики метаболізму.

На третьому етапі (2021–2022 рр.) у 39 професійних футболістів під час календарних ігор, з використанням телеметричної системи «Catapult GPSports Console version 1.7.0», «GPSports Team AMS», «GPSports EVO», кардіодатчика T31 та пульсометра «Polar» (Elecno OU, Finland), а також програмного забезпечення визначали спеціальну фізичну працездатність.

На четвертому етапі (2022–2023 рр.) проведено систематизацію експериментальних даних їх обробку та статистичний аналіз та опис результатів дослідження, здійснено оформлення основних розділів дисертації, висновків та практичних рекомендацій.

## **2.2. Дослідження індивідуально-типологічних властивостей нервової системи**

У елітних футболістів, які представляли прем'єр та першу лігу чемпіонату України з футболу досліджували індивідуально-типологічні, нейродинамічні та сенсомоторні властивості нервової системи. Нейродинамічні

та сенсомоторні властивості гравців досліджували за допомогою приладу «Діагност-1М» та комп'ютерній системі IBM PC AT 386 [52., 57., 61.]. Визначали індивідуально-типологічні властивості: функціональну рухливість (ФРНП), силу (СНП) та врівноваженість (ВНП), нервових процесів та сенсомоторні реакції різної складності (ПЗМР, РВ1-3, РВ2-3, ЦОІ, МР) [60.].

Визначення нейродинамічних властивостей починали з сенсомоторних реакцій різного ступеня складності в режимі «оптимального ритму», а потім переходили до дослідження індивідуально-типологічних властивостей ЦНС в режимі «зворотного зв'язку».

Перед початком дослідження обстежуваний отримував інструкцію про необхідність швидко виконувати завдання у режимі ПЗМР. Завдання включало реєстрацію часу рухової реакції правою рукою на геометричні сигнали (коло, трикутник чи квадрат). На всі сигнали обстежуваному потрібно було відреагувати – натиснути швидко праву кнопку на пульті обстежуваного.

За умови визначення сенсомоторної реакції вибору РВ1-3 необхідно було швидко натискати і відпускати кнопку тільки на «квадрат», а на фігуру «коло» та «трикутник» кнопку не натискати.

У разі виконання складної реакції диференціювання РВ2-3 при появі на екрані фігури «коло» швидко натискати пальцем лівої руки на ліву кнопку, на «квадрат» - правою рукою на праву кнопку, а при пред'явленні «трикутника» - не натискати на жодну з кнопок.

У всіх тестах реєстрували середній час здійснення реакції для лівої і правої руки, абсолютну і відносну (%) кількість помилок, статистичні показники переробки інформації і розраховували ЦОІ та МР. У протоколи обстежуваних заносили результати, які висвітлювались на екрані ( $X \pm m$ , CV, кількість помилок та їх відсоток).

Експериментальне завдання для визначення індивідуально-типологічних властивостей ФРНП та СНП складалося з переробки інформації в режимі «зворотного зв'язку». Починали дослідження з визначення ФРНП. Необхідно



було диференціювати позитивні та гальмівні сигнали (геометричних фігур). При появі на екрані фігури «квадрат», обстежуваний натискав праву кнопку, «кола» – ліву кнопку, «трикутника» – ігнорувати сигнал. В разі правильної відповіді експозиція наступного сигналу скорочувалася на 20 мс. Результатом був час необхідний для переробки 120 сигналів. Чим швидше обстежуваний виконував завдання, пов'язане з диференціацією 120 сигналів, тим вища була ФРНП. Силу нервових процесів оцінювали за показником загальної кількості переробленої інформації упродовж 5 хв. роботи. Більша кількість переробленої інформації відповідала вищому рівню СНП.

Визначення ВНП передбачало реєстрацію точності реакцій на рухомий об'єкт. Реєстрували рухові відповіді обстежуваного на об'єкт, що рухається з рівномірною швидкістю (рис. 2.1).

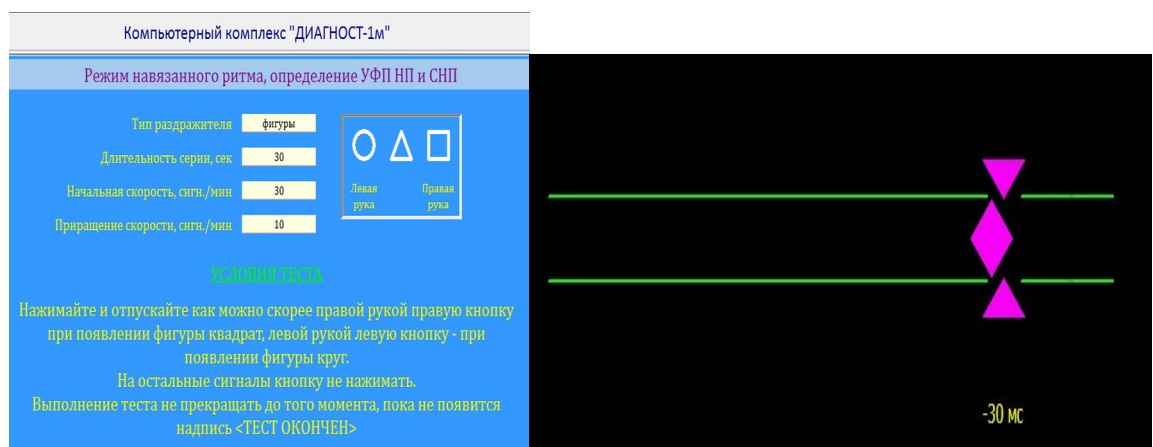


Рис. 2.1 Дослідження індивідуально-типологічних властивостей на апараті «Діагност-1М».

Момент руху об'єкту задається програмою на компютері. Інтервал між пусками об'єкту змінюється у діапазоні 0,5-2,5 с за законом випадкових чисел. Кількість проб – три. Відстань від точки старту до зупинки об'єкту з екрана дорівнює 500 пікселів (кількість точок на моніторі) і цю відстань рухомий об'єкт проходить за час, який був заданий дослідником (1000 мс). Реакцію вважали точною коли обстежуваний зупиняв рухомий об'єкт зупиняв від маркера в межах  $\pm 10$  мс, або точне співпадіння об'єкту з маркером. Якщо фіксація рухомого об'єкту проведена передчасно, тобто перевищує величину –

10 мс, то відмічається переважання гальмівного процесу, і, навпаки, якщо фіксація рухомого об'єкту проведена із запізненням і перевищує +10 мс, то відмічається переважання процесу збудження. В цілому про ВВП судили за загальною кількістю правильних відповідей і співвідношення випереджувальних та гальмівних рухів з врахуванням середніх величин всіх відхилень виражених в мілісекундах [57.]. Оцінку ВВП робили по сумарній величині реакцій, що випереджали чи запізнювались. Чим менше сума відхилень рухових реакцій (в мс), тим вище рівень ВВП.

### **2.3. Дослідження фізичної працездатності спортсменів**

Фізичну працездатність футболістів визначали: під час ігрової діяльності системою спортивного трекінга «Catapult», на тредмілі та у польових умовах за допомогою човникового бігового тесту з ступеневим зростанням навантаженням.

#### **2.3.1. Дослідження фізичної працездатності з використанням тредмілметрії**

В експерименті взяли участь 29 футболістів. Дослідження були схвалені Комісією з біомедичної етики, а обстежувані ознайомлені з метою дослідження і дали згоду. Дослідження проводили в умовах лабораторії. Для всіх обстежуваних дотримувалися єдиного протоколу дослідження. Оцінювали максимальну аеробну і анаеробну спроможність, визначали критичну потужність, яка відповідала максимальному споживання кисню та порогу анаеробного обміну.

Спершу у футболістів, визначали антропометричні показники: вік, зріст (м), вагу (кг), індекс маси тіла (ІМТ,  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ), частоту серцевих скорочень (HR,  $\text{уд}\cdot\text{хв}$ ), артеріальний тиск (АТ,  $\text{мм}\cdot\text{рт}\cdot\text{ст.}$ ), лактат в крові (НЛа,  $\text{Ммоль}\cdot\text{л}$ ), швидкість споживання кисню ( $\text{VO}_2$ ,  $\text{мл}\cdot\text{кг}\cdot\text{хв}$ ) [152.].

Наступним етапом дослідження був тест зі ступеневим підвищенням швидкості бігу на тредмілі “Schiller AG”, Швейцарія (рис. 2.2).



Рис. 2.2 Дослідження фізичної працездатності на тредмілі “Schiller AG”.

Робота складалася з розминки та основної частини. Розминку проводили 5 хв. на швидкості 5 км/год, з підйомом доріжки на кут 2 %. Дослідженнями М.І.Волкова [15.] встановлено, що аеробні процеси на кожній ступені заданої потужності розгортаються через 45-60 с і швидка фаза зростання поглинання кисню закінчується. Тому на кожній ступені потужності тривалість навантаження становила одну хвилину. Початкове навантаження встановлювали зі швидкості бігу – 7 км/год, а кут нахилу доріжки – 25 %. Інтенсивність бігу зростала кожену хвилину у послідовності: 10, 13, 16, 19, 22 та 25 км/год. Швидкісні пороги встановлювали з урахуванням рекомендацій щодо активності футболістів у матчі: ходьба (walking) – 0.7-7.1 км·год, біг підтюпцем (jogging) – 7.2-14.3 км·год, аеробний біг (running) – 14.4-19.7 км·год, швидкісний біг (high-speed running) – 19.8-25.1 км·год, та спринт (sprinting) – >25.1 км·год [48., 51., 149., 151., 159.]. Загальний час дослідження не перевищував 10 хв. На кожній ступені роботи на тредмілі, з допомогою ергоспірометра «Metalyser 3B-R2» фірми «Cortex» (Германія), досліджували показники поглинання кисню ( $VO_2$ , мл·хв·кг). Швидкість поглинання кисню

організмом усереднювали за 30 с і визначали значення  $VO_{2max}$  та розраховували аеробну і анаеробну працездатність [65., 156.].

HR реєстрували у стані спокою та під час ергоспирометричного тесту з використанням пульсометра (Polar m400 HR, Polar O<sub>u</sub>, Фінляндія). Вимірювали середнє та максимальнє HR для кожного обстежуваного [101.].

Для визначення лактату в крові (HL<sub>a</sub>, Ммоль·л) використовували аналізатор ABL800 фірми «Radiometr» (Данія). У стані спою та під час кожної ступені навантаження визначали HL<sub>akt</sub>,  $VO_2$ , HR та АНП, вище якого розвивався метаболічний ацидоз. Початком метаболічного ацидозу вважали підвищення лактату в крові більш ніж – 4.4 Ммоль·л [165.].

### **2.3.2. Дослідження фізичної працездатності з використанням польового тесту човникового бігу до відмови від подальшої роботи**

Фізична працездатність та функціональна реактивність основних функціональних систем футболістів досліджувалась з використанням тесту з ступеневим зростанням навантаження.

Під час тестування спортсмен виконував човникову ходьбу та біг між двома фішками, які знаходилися на відстані 20 м. Швидкість ходьби та бігу задавалась аудіосигналом зі зростаючим ритмом. Виконання тесту вважали закінченим, тоді коли спортсмен двічі не встиг добігти до фішки. Тривалість тестування становила 15-20 хв. і залежала від індивідуальних можливостей обстежуваного. Додатковий час витрачався на підготовку до тестування (5 хв.).

Програма дослідження фізичної працездатності та функціональної реактивності кардіореспіраторної системи складалась: 1 хв. проводили дослідження у стані спокою сидячи; 2 хв - у стані стоячи; 3 хв - човникова ходьба зі швидкістю 5 км·год<sup>-1</sup>; 5-20 хв - неперервний човниковий біг з поступово зростаючою швидкістю (кожну хв. швидкість зростала на 0,5 км·год, початкова - 10 км·ход<sup>-1</sup>) і до «відмови» від подальшої роботи. Після закінчення

тестування спортсмен переходив до відновлення, продовжував виконувати ходьбу 3 хв. зі швидкістю  $5 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$  до ЧСС  $-120 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$  (рис. 2.3).



Рис. 2.3 Дослідження фізичної працездатності з використанням польового тесту човникового бігу до відмови від подальшої роботи.

Індивідуальний рівень фізичної працездатності та функціональної реактивності визначався за наступними показниками: хронометрії, ергометрії, газоаналізу, пульсометрії, методами математичної статистики. Кардіореспіраторні можливості спортсменів визначали з допомогою портативного газоаналізатора Oxycon Mobile фірми Jaeger (Німеччина), який забезпечував телеметричну реєстрацію даних.

### **2.3.3. Дослідження фізичної працездатності спортсменів-футболістів з використанням телеметричних GPSports систем**

Фізичну працездатність футболістів досліджували під час проведення календарних ігор у чемпіонаті країни 2018-2019 рр. Керуючись принципами біомедичної етики та на підставі інформаційної згоди у 39 професійних футболістів віком –  $23,1 \pm 0,9$  р. під час календарних ігор, з використанням телеметричної системи «Catapult GPSports Console version 1.7.0», «GPSports Team AMS», «GPSports EVO», кардіодатчика T31 та пульсометра «Polar»

(Electro OU, Finland), а також програмного забезпечення визначали спеціальну фізичну працездатність (рис. 2.4.).



Рис. 2.4 Дослідження фізичної працездатності футболістів за допомогою телеметричної системи «Catapult GPSports Console version 1.7.0».

Визначали показники: об'єму виконаної роботи, довжини дистанції у метрах, яку футболісти пробігали за гру, участь аеробних, аеробно-анаеробних, лактатних і алактатних механізмів енергозабезпечення, середню швидкість бігу, середню частоту серцевих скорочень (HR), а також реєстрували, пік HR для кожного спортсмена (рис. 2.5).



Рис. 2.5 Телеметрична система «Catapult GPSports Console version 1.7.0».

Фізичну активність визначали за показниками довжини дистанції (S, м), яку футболісти пробігали за гру та у різних швидкісних режимах. Швидкісні режими встановлювали у відповідності до рекомендацій: ходьба (walking) – 0,7-7,1 км·год, біг підтюпцем (jogging) – 7,2-14,3 км·год, аеробний біг (running) – 14,4-19,7 км·год, швидкісний біг (high-speed running) – 19,8-25,1 км·год, та спринт (sprinting) – > 25,1 км·год [48., 51., 149., 151., 159.].

#### 2.4. Дослідження морфо-функціональних характеристик міокарду

Керуючись принципами біомедичної етики та на підставі особистої згоди та норм біоетики у 41 професійних футболістів віком  $23,1 \pm 0,9$  р. досліджували структурно-функціональні характеристики серця (рис. 2.6.).



Рис. 2.6 Дослідження морфо-функціональних характеристик серця у сучасній лабораторії з використанням ЕХО-карадіоскопу SIEMENS ACUSON X 300.

Натще, у положенні лежачи після 5-хв. адаптації до умов обстеження ЕХО-карадіоскопом SIEMENS ACUSON X 300 здійснювали дослідження та аналіз структурно-функціонального стану серця. Визначали показники насосної функції серця: кінцевий діастолічний діаметр (КДД, мм), кінцевий систолічний

діаметр (КСД, мм), кінцевий діастолічний об'єм (КДО, мл), кінцевий систолічний об'єм (КСО, мл), фракцію викиду (ФВ, %), хвилинний об'єм крові (ХОК, л), серцевий індекс (СІ,  $\text{л}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{м}^2$ ), ударний об'єм крові (УОК, мл), ударний індекс (УІ,  $\text{мл}\cdot\text{м}^2$ ) індекс скоротливості міокарда (ІС, %), а також масу лівого шлуночка (МЛШ, г) [159.].

## 2.5. Математична обробка результатів

Статистичний аналіз здійснювали програмами StatSoft STATISTICA 10.0. Перевірку даних на нормальність розподілу робили з використанням методу Шапіро-Віллка. Перевірку на нормальність розподілу даних здійснювали з використанням критерію Шапіро-Уїлкі. Дані, що підпадали під закон нормального розподілу представлені як середні значення та похибка середнього арифметичного ( $M\pm m$ ), а для непараметричних результатів визначали медіану ( $Me$ ), верхній та нижній квартилі ( $Me$  [Q25%; Q75%]). Достовірність різниць між вибірками, що потрапляли під закон непараметричного розподілу визначали з використанням критеріїв Wilcoxon та Mann-Whitney.

Кореляційний аналіз для груп, які попадали під нормальний розподіл проводили з використанням коефіцієнту кореляції Пірсона, а ті, що мали розподіл даних відмінний від нормального, використовували коефіцієнт кореляції Спірмена. Рівень статистичної значущості приймали за  $P < 0.05$  [3., 123.].



## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ РЕАКТИВНОСТІ ТА ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПОРТСМЕНІВ З РІЗНИМИ ІНДИВІДУАЛЬНО- ТИПОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

#### 3.1. Стан дослідження індивідуально - типологічних властивостей нервової системи у спортсменів високої кваліфікації

У літературі проаналізовані результати дослідження закономірностей та особливості формування індивідуально-типологічних властивостей ЦНС у спортсменів високої кваліфікації під впливом граничних фізичних навантажень. З огляду на ряд досліджень [34., 37., 43., 52., 62., 90.], у яких розглядалися питання щодо особливостей формування індивідуально-типологічних властивостей у кваліфікованих футболістів необхідно констатувати, що у цій проблемі залишається багато нерозв'язаних питань. Тільки в окремих роботах встановлений зв'язок фізичної працездатності футболістів з окремими характеристиками індивідуально - типологічних властивостей ЦНС та іншими показниками функціональної підготовленості спортсмена [90.]. Залишаються недостатньо вивченими і мало використовуються у практиці тренувальної та змагальної діяльності характеристики ігрової діяльності футболістів з урахуванням індивідуальних особливостей типологічних властивостей ЦНС [48.]. Припускаємо, що ігрова активність та фізична працездатність спортсменів-футболістів може бути обумовлена функціональними можливостями та властивостями ЦНС. Нез'ясованими є питання, у тому числі і зв'язок індивідуально-типологічних властивостей ЦНС з ігровою активністю футболістів у різних ігрових режимах [90.]. Наскільки значущі будуть, з прогностичної точки зору, особливості індивідуально-типологічних властивостей ЦНС для управління тренувальним процесом? І, нарешті, чи можна використовувати результати дослідження

індивідуально - типологічних властивостей ЦНС у системі відбору та комплектування команди? Тому знання про особливості індивідуально - типологічних властивостей ЦНС у елітних футболістів та об'єктивна оцінка стану фізичної працездатності та функціональної реактивності різних систем має важливе значення для наукового обґрунтування побудови раціональної тактики гри та тренування, що і є головним завданням біологічної науки, теорії і практики спорту, медицини та фізіології.

Такі знання необхідні для встановлення закономірностей і особливостей адаптації організму спортсмена до інтенсивних фізичних навантажень. Це є базисом подальшого підвищення ігрової активності футболістів, підґрунтям попередження розвитку патологічних станів і становить актуальну проблему біологічної та медичної науки, а також теорії і практики спорту. Це необхідно для того, щоб, уникнути втоми, вичерпання джерел енергетичних ресурсів і досягнути високого спортивного результату.

Розділ дисертаційної роботи присвячений дослідженню індивідуально - типологічних та сенсомоторних властивостей у спортсменів-футболістів високої кваліфікації. Дослідженням індивідуально-типологічних властивостей: функціональної рухливості, сили та зрівноваженості нервових процесів слід приділити велику увагу, оскільки науковцями [32., 59., 60.] доведена їх висока ступінь спадковості. Необхідно було дослідити типологічні властивості ФРНП, СНП, ВНП та сенсомоторні характеристики ПЗМР, РВ1-3, РВ23-3, ЦОІ, МР у футболістів високої кваліфікації і провести порівняльний аналіз з результатами осіб того ж віку, які спортом не займаються.

Відомо, що організм спортсмена-футболіста у продовж багатьох років тренувальної та змагальної діяльності знаходиться під впливом граничних фізичних навантажень. За цих умов відбувається формування фізіологічних систем та мозкових структур [73., 100.]. Тому було важливо визначити рівень розвитку індивідуально-типологічних властивостей ЦНС у спортсменів футболістів.

Нами з допомогою комп'ютерної системи «Діагност-1М» досліджено та представлені в табл. 3.1 та рис. 3.1. показники різних нейродинамічних властивостей футболістів та не спортсменів.

Таблиця 3.1

**Середні значення нейродинамічних індивідуально-типологічних властивостей футболістів (n=64) та не спортсменів (n=73)**

Обстежувані групи	Нейродинамічні властивості, $X \pm m$		
	ФРНП, с.	СНП, сигналів	ВНП, мс
Спортсмени	$60,3 \pm 0,7$	$734,4 \pm 10,6$	$15,6 \pm 2,1$
Не спортсмени	$64,5 \pm 0,5$	$634,5 \pm 12,3$	$21,6 \pm 2,3$
Рівень значущості відмінностей, P	0,043	0,037	0,047

Швидкість диференціювання та переробки сигналів суттєво залежала від швидкісних характеристик перебігу нервових процесів [58., 59., 60., 61.]. Дослідження ФРНП у футболістів виявило наступні значення цієї властивості. Так, середнє значення ФРНП в режимі «зворотного зв'язку» у спортсменів становило  $60,3 \pm 0,7$  с. тоді, як у їх однолітків цей показник був статистично нижчий і дорівнював величині -  $64,5 \pm 0,5$  с. ( $p=0,043$ ). Дослідження ФРНП у спортсменів багатьма вченими [16., 35., 53., 62.] вказано на зростання цієї властивості у порівнянні з не спортсменами того ж віку. Дослідники [52., 59., 62.] вважають, що визначений показник ФРНП є інтегральною величиною всіх швидкісних характеристик нервових процесів (сприйняття, аналізу, прийняття рішення, відповіді на подразник). Слід відмітити значну перевагу ФРНП у професійних футболістів на відміну від не спортсменами [91.].

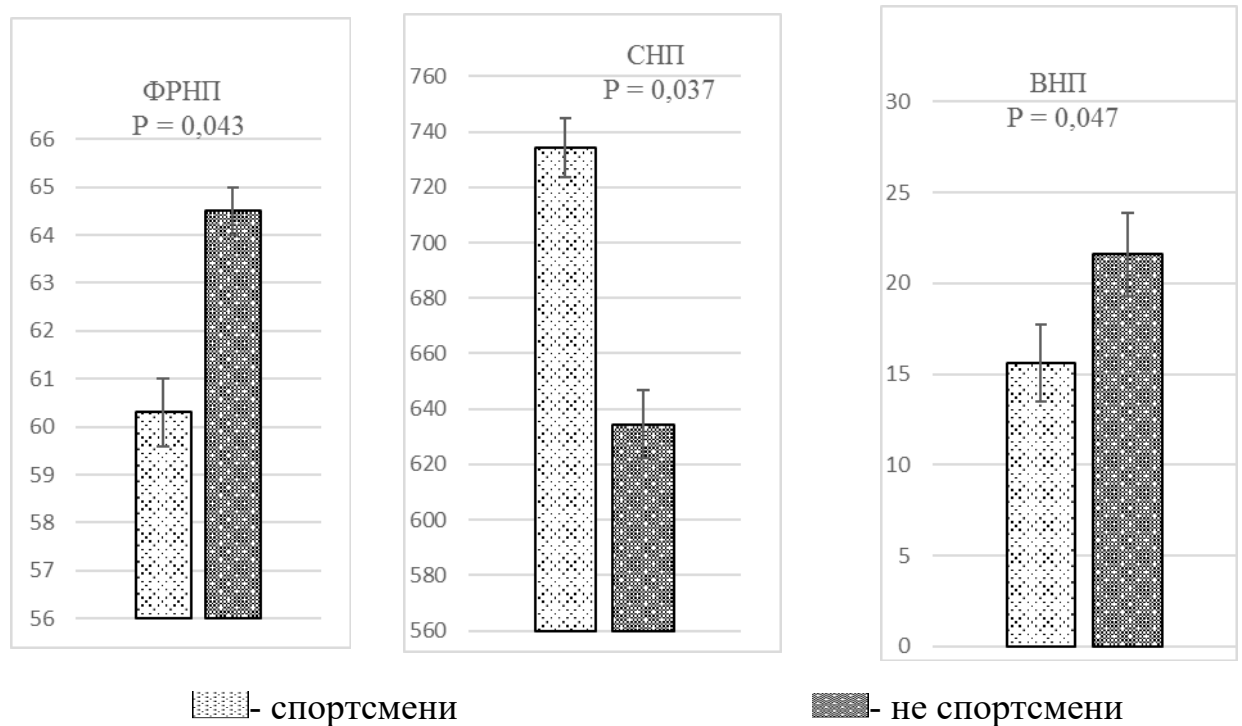


Рис. 3.1 Середні значення нейродинамічних індивідуально-типологічних властивостей футболістів (n=64) та не спортсменів (n=73)

Властивість СНП характеризує працездатність нервових клітин головного мозку, що проявляється у їх здатності витримувати довготривале та концентроване збудження, або дію сильних короткотривалих подразників протягом певного проміжку часу [52., 62.]. При визначенні властивості СНП в режимі «зворотного зв'язку» обстежуваному дається така ж сама інструкція, як і при вивченні властивостей ФРНП. Для виявлення рівня СНП випробовуваному пропонується виконувати завдання упродовж 5 хв. Мірою оцінки рівня СНП є загальна кількість пред'явлених та перероблених сигналів. Цей показник і є результатом, який характеризував рівень СНП (працездатності головного мозку).

У процесі дослідження нами були виявлені наступні показники СНП у футболістів та не спортсменів (табл. 3.1). Згідно даних таблиці спортсмени-футболісти під час виконання завдання з диференціювання інформації упродовж 5 хв. переробляли  $734,4 \pm 10,6$  сигналів, проти результатів, що були

отримані для осіб, які спортом не займалися -  $634,5 \pm 12,3$  сигналів ( $p = 0,037$ ). Отже, більша кількість переробленої інформації свідчить про кращу якість роботи та характеризує вищий рівень ПГМ і СНП у елітних футболістів.

Дослідження врівноваженості (балансу) процесів збудження та гальмування у ЦНС для кожного обстежуваного оцінювали за результатами тесту «Реакція на рухомий об'єкт» (РРО). У обстежуваних виявляли точність РРО у мс, що розуміється як реакція спортсмена на об'єкт що рухається з постійною швидкістю і зупинка його в зумовленій точці. При виконанні завдання реакції обстежуваних були передчасними – динамічний маркер не досягав потрібної позначки, запізнili – маркер «проскакував» потрібне положення і точними – динамічний маркер був зупинений у заданій точці. Кожні відхилення від необхідного положення, а в наших обстеженнях був нуль, характеризували абсолютними величинами в мс. Крім того, передчасні реакції позначали знаком «+», запізнili - знаком «-», точні реакції - знаком «0». Теоретично постулюється, що переважання збуджувальних (активаційних) процесів над гальмівними проявляється в тенденції до виконання обстежуваним випереджуючих натискань, тоді як переважання гальмівних процесів (зниження рівня активації) призводить до більшої кількості натискань із запізненням. Кількість спроб – три рази. Відстань від точки старту до зупинки об'єкту з екрана рівна 500 пікселів (кількість точок на моніторі) і цю відстань рухомий об'єкт проходить за заданий час руху дослідником в меню (1000 мс). Реакція обстежуваного вважається точною при відключенні точки фіксації об'єкта від маркера зупинки в межах  $\pm 10$  мс, і, безсумнівно, точному суміщенні об'єкту з маркером. Якщо фіксація рухомого об'єкту проведена передчасно, тобто перевищує величину – 10 мс, то відмічається переважання гальмівного процесу, і, навпаки, якщо фіксація рухомого об'єкту проведена із запізненням і перевищує +10 мс, то відмічається переважання процесу збудження. В цілому судити про врівноваженість нервових процесів необхідно за загальною кількістю правильних відповідей і співвідношенню випереджувальних та

гальмівних рухів з врахуванням середніх величин всіх відхилень виражених в мілісекундах [52., 57.].

Дослідження ВВП у футболістів виявлено середні по групі значення сумарних відхилень реакції на рухомий об'єкт (табл. 3.1 та рис. 3.1.). Так, середнє значення ВВП у футболістів становило –  $15,6 \pm 2,1$  мс. Тоді, як у не спортсменів цей показник був статистично гірший і дорівнював величині  $21,6 \pm 2,3$ , що вірогідно нижче ( $p = 0,047$ ).

На основі отриманих результатів нейродинамічних властивостей у футболістів та їх однолітків не спортсменів ми розробили шкали оцінок, для розподілу обстежуваних на групи, які включають три групи з високим - В, середнім - С та низьким – Н рівнями досліджуваної типологічної властивості. Для розробки диференційованого кількісного і якісного оцінювання нейродинамічних властивостей ми використали технологію шкал.

Щоб отримати відносні значень показників на основі їх абсолютних характеристик з урахуванням величини середньоквадратичного відхилення ( $\sigma$ ) від середнього статистичного ( $X$ ) було обраховано градацію значення  $X_i$  показників для кожного функціонального класу. Відповідно до цього були встановлені межі функціональних рівнів для нейродинамічних властивостей ФРНП, СНП та ВВП у спортсменів-футболістів та їх однолітків не спортсменів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Межі функціональних рівнів для показників нейродинамічних властивостей у футболістів та не спортсменів**

Показники	Рівні оцінювання психофізіологічних властивостей		
	Низький	Середній	Високий
$X_i$	$X + 0,67\sigma \leq X_i$ $\leq X + \sigma$	$X - 0,67\sigma \leq X_i$ $\leq X \pm 0,5\sigma$	$X - \sigma \leq X_i$ $\leq X - 0,67\sigma$

Запропоновані шкали оцінок розраховані для зіставлення індивідуальних кількісних і якісних результатів у спортсменів–футболістів та їх однолітків не

спортсменів з метою визначення рівня нейродинамічних властивостей. За даними представлених в табл. 3.1 та 3.2 ми провели розподіл спортсменів-футболістів та їх однолітків не спортсменів на групи за рівнем індивідуально-типологічних властивостей ЦНС. Шкали оцінок нейродинамічних властивостей у спортсменів-футболістів та їх однолітків не спортсменів представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**Диференційні шкали оцінювання рівня нейродинамічних властивостей у футболістів та не спортсменів**

Досліджувані показники	Рівні нейродинамічних властивостей		
	Н	С	В
ФРНП, с.	$\leq 66$	60 – 65	$\leq 59$
СНП, сигналів	$\geq 671$	672 - 754	$\geq 755$
ВНП, мс	$\geq 26$	20 – 25	$\leq 19$

За цими шкалами до групи з високим рівнем з результатами аналізу індивідуально-типологічних властивостей ЦНС увійшли футболісти і не спортсмени, які мали значення для СНП вищі за 755 сигналів і менше, для ВНП суму відхилень – 19 мс і менше, а для ФРНП – 59 с. і менше. Відповідно, до групи з низьким рівнем нейродинамічних властивостей можуть бути віднесені футболісти і не спортсмени, які мають показники СНП на рівні 671 сигналів і менше, а для ВНП більше ніж 26 мс. і для ФРНП – більше 66 с. До групи з середніми значеннями індивідуально-типологічних властивостей були віднесені спортсмени та не спортсмени, які за результатами тестування мали показники для ФРНП в межах 60-65 с., для СНП – 672-754 сигнали і для ВНП – 20 – 25 мс.

Розподіл обстежуваних за відносними показниками за рівнями рухливості, сили та зрівноваженості основних нервових процесів у % для групи футболістів та не спортсменів показав наступне. До групи з низьким рівнем індивідуально-типологічних властивостей ЦНС увійшли 10% футболістів, які

мали низький рівень для СНП, тоді як для не спортсменів з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості було – 20% (табл. 3.4. та рис. 3.2.).

Таблиця 3.4

Розподіл обстежуваних (%) за рівнями рухливості, сили та зрівноваженості основних нервових процесів у групах футболістів та не спортсменів з різним рівнем нейродинамічних властивостей

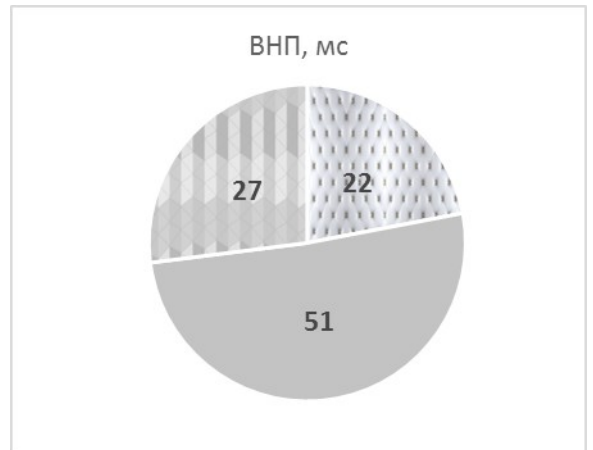
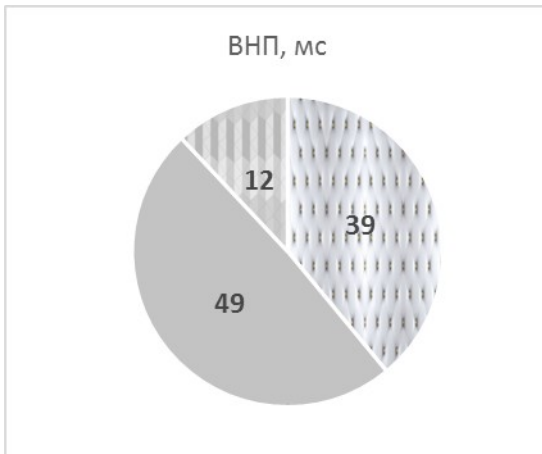
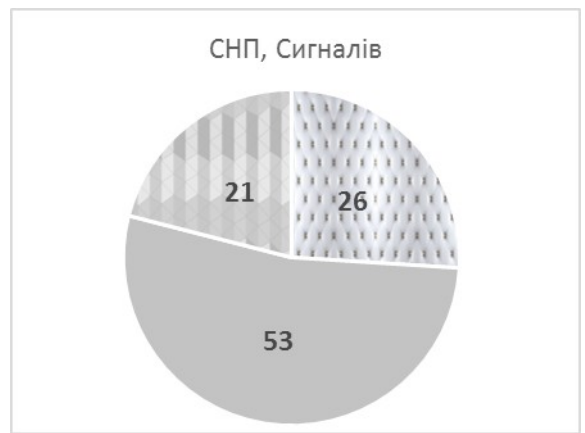
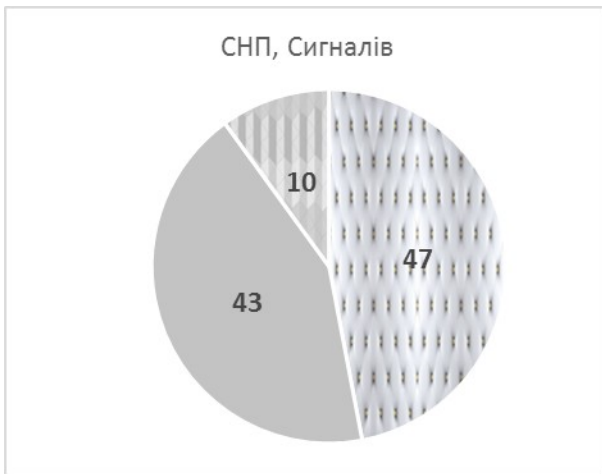
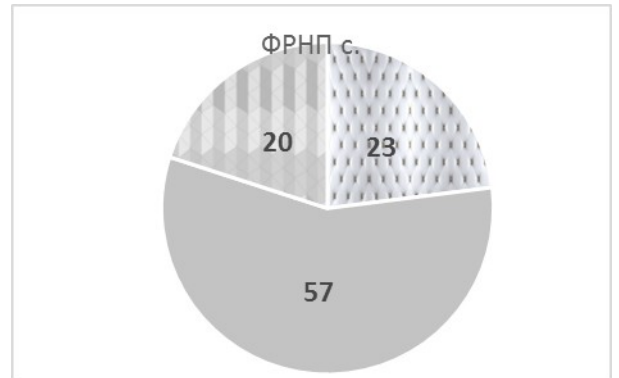
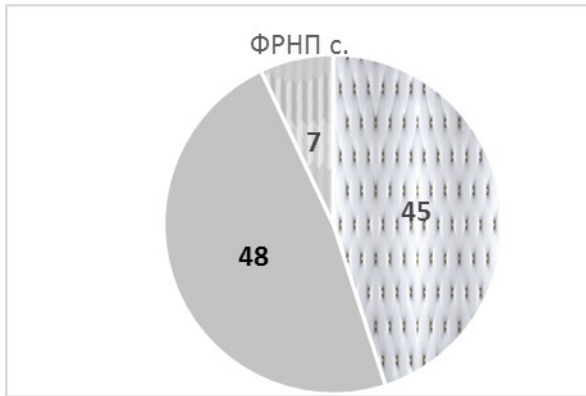
Досліджувані показники	Досліджувані Групи	Рівні нейродинамічних властивостей		
		Н	С	В
ФРНП, с.	Футболісти	45	48	7
	не спортсмени	23	57	20
СНП, сигналів	Футболісти	47	43	10
	не спортсмени	26	53	21
ВНП, мс	Футболісти	39	49	12
	не спортсмени	22	51	27

Для властивості ВНП з низьким її рівнем виявилось 27%, тоді як у групі футболістів їх було всього - 12%. Дослідження ФРНП показали, що тільки 7% футболістів характеризувались низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості, а не спортсменів - 20%. До групи з високим рівнем ФРНП увійшли 45% обстежуваних футболістів і тільки 23% не спортсменів. У 47% футболістів виявили високі значення СНП, а серед не спортсменів - 26%. Для властивості ВНП з високим її рівнем були віднесені 39% футболістів і 22% не спортсменів. Найбільша кількість (43-58%) футболістів і не спортсменів склали групу з середнім рівнем індивідуально-типологічних властивостей ЦНС.

СПОРТСМЕНИ

НЕ СПОРТСМЕНИ





■ - високий

■ - середній

■ - низький

рівні рухливості

Рис. 3.2 Розподіл обстежуваних (%) за рівнями рухливості, сили та зрівноваженості основних нервових процесів у групах футболістів та не спортсменів з різним рівнем нейродинамічних властивостей

Для властивості ВВП з низьким її рівнем виявилось 27%, тоді як у групі футболістів їх було всього - 12%. Дослідження ФРНП показали, що тільки 7% футболістів характеризувались низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості, тоді як у групі не спортсменів таких було - 20%. До групи з високим рівнем індивідуально-типологічної властивості ФРНП увійшли 45% обстежуваних футболістів і тільки 23% не спортсменів. У 47% футболістів виявили високі значення СНП, а серед не спортсменів таких осіб було усього 26%. Для властивості ВВП з високим її рівнем були віднесені 39% футболістів і тільки 22% не спортсменів. Найбільша кількість (43-58%) обстежуваних як футболістів так і не спортсменів склали групу з середнім рівнем індивідуально-типологічних властивостей ЦНС.

Підсумовуючи результати дослідження розподілу індивідуально-типологічних властивостей ЦНС у відсотковому співвідношенні можна констатувати, що досліджувані властивості ЦНС характеризуються вищим і випереджаючим рівнем розвитку ФРНП, СНП та ВВП у спортсменів - футболістів, ніж у їх однолітків не спортсменів.

Отже, встановлені особливості формування досліджуваних психомоторних властивостей у спортсменів-футболістів, які визначаються більш інтенсивним та випереджаючим характером розвитку, вищим їх рівнем, а також більш високою пластичністю у спортсменів, ніж у не спортсменів.

Подальше дослідження було зв'язане з пошуком особливостей залежності швидкості сенсомоторних характеристик переробки зорово-моторної інформації різного ступеня складності від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи футболістів.

Результати досліджень швидкості сенсомоторного реагування різної складності у футболістів та не спортсменів представлені у табл. 3.5. та рис. 3.3.

Таблиця 3.5

**Середні значення сенсомоторних властивостей  
футболістів (n=64) та не спортсменів (n=73)**

Досліджувані показники та групи	Досліджувані показники				
	ПЗМР, мс	РВ 1-3, мс	РВ 2-3, мс	ЦОІ, мс	МР, мс
Спортсмени	208,7 ± 6,8	291,3 ± 9,4	377,3 ± 9,8	164,2 ± 9,1	107,3 ± 8,7
Не спортсмени	228,4 ± 7,8	344,2 ± 6,5	426,5 ± 10,1	195,7 ± 7,8	136,3 ± 8,3
Рівень значущості відмінностей, P	0,043	0,037	0,047	0,023	0,032

Дослідження швидкісних характеристик простих ПЗМР, складних РВ1-3 та реакцій диференціювання РВ2-3 у футболістів виявило, що середні значення сенсомоторних реакцій були статистично нижчими, а реактивність рухових актів вища ніж у однолітків не спортсменів ( $p=0,037 - 0,047$ ). Час центральної затримки (ЦОІ) рухових реакцій та моторний компонент (МР) рухових актів у спортсменів також були статистично меншими, що свідчить про високі швидкісні характеристики та реактивність нервової системи елітних футболістів у порівнянні з не спортсменами того ж віку ( $p=0,023 - 0,032$ ).

Дослідники [51.] вважають, що визначений показники простих та складних сенсомоторних реакцій та їх компоненти є інтегральною величиною всіх швидкісних характеристик нервових процесів (сприйняття, аналізу, прийняття рішення та моторного акту на сигнали). Слід відмітити значну перевагу швидкісних характеристик простих та складних сенсомоторних реакцій професійних футболістів на відміну від не спортсменів. Висунули

припущення, що швидкісні характеристики зорово-моторних реакцій та реактивність нервової системи будуть залежати від ФРНП.

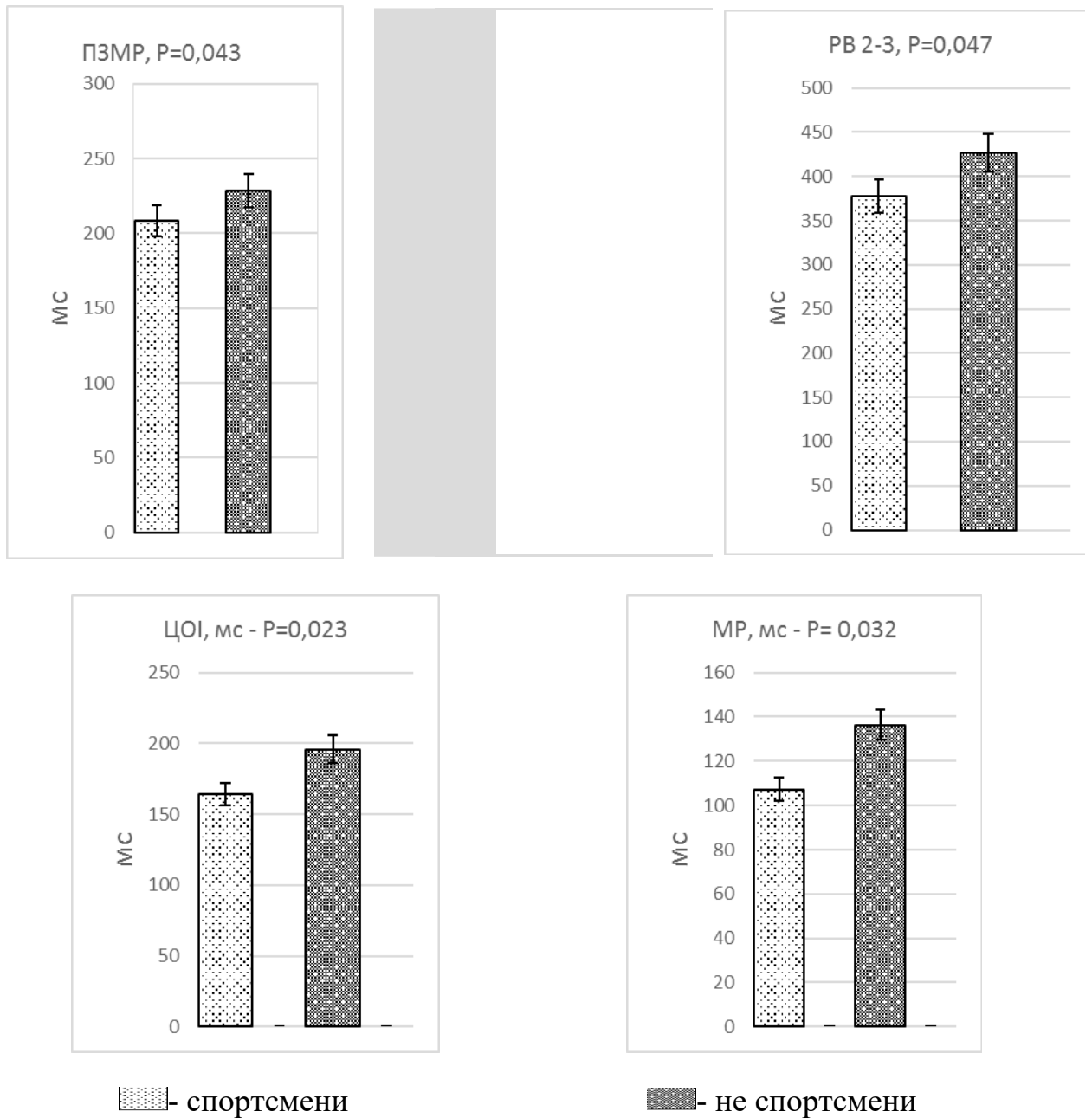


Рис. 3.3 Середні значення сенсомоторних властивостей футболістів (n=64) та не спортсменів (n=73)

Для встановлення зв'язку між швидкістю сенсомоторних реакцій різного ступеня складності та індивідуально-типологічними властивостями ФРНП обстежуваних футболістів розподілили на три групи з високим, середнім та

низьким їх рівнем. Цифрові значення сенсомоторних властивостей різної складності порівнювали для кожної групи ФРНП (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Сенсомоторна реактивність у футболістів (n=64) з різними рівнями функціональної рухливості нервових процесів**

Досліджувані показники	Рівні нейродинамічних властивостей			Вірогідність різниці, P
	Н	С	В	Н-С, Н-В, С-В
ПЗМР, мс	223,4 ± 8,7	213,8 ± 8,8	198,9 ± 10,8	0,063; 0,055; 0,074
РВ1-3, мс	324,3 ± 10,3	301,8 ± 9,4	276,4 ± 10,7	0,078; <b>0,045</b> ; 0,056
РВ2-3, мс	422,6 ± 11,5	379,3 ± 11,5	345,5 ± 11,5	<b>0,034</b> ; <b>0,021</b> ; <b>0,036</b>
ЦОІ, мс	224,6 ± 9,1	175,3 ± 9,1	109,3 ± 10,6	<b>0,033</b> ; <b>0,027</b> ; <b>0,031</b>
МР, мс	153,4 ± 8,9	118,3 ± 10,3	87,6 ± 9,4	<b>0,023</b> ; <b>0,018</b> ; <b>0,046</b>

Примітка: жирним виділені статистично значущі різниці між В-високим, С – середнім та Н- низьким рівнем типологічних властивостей.

В кожній із виділених груп за рівнями властивостей вираховували середні значення латентних періодів простої реакції, вибору і диференціювання та виявляли статистично значущі різниці.

В результаті всебічного аналізу наявності чи відсутності індивідуальних відмінностей у прояві сенсомоторного реагування встановили, що статистично значущі різниці швидкості реакції ПЗМР були відсутні поміж груп обстежуваних з різними градаціями типологічних властивостей нервової системи. Латентні періоди були майже однаковими як у осіб з високою, середньою та низькою ФРНП (рис. 3.4.).

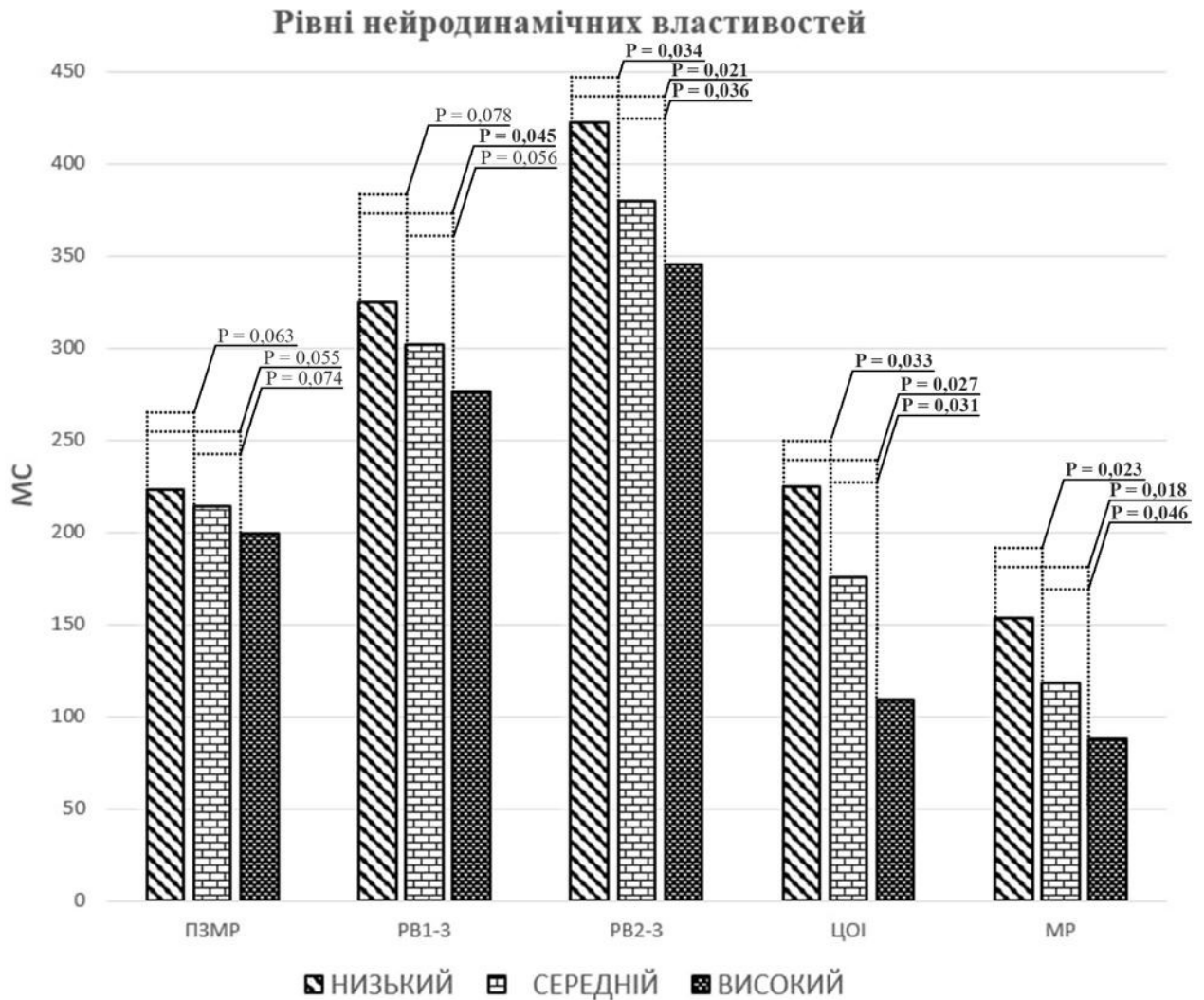


Рис. 3.4 Швидкісні характеристики простих (А) зорово-моторних реакцій, вибору одного із трьох сигналів (Б) та диференціювання двох сигналів із трьох (В) у осіб з В-високою, С-середньою та Н-низькою функціональною рухливістю нервових процесів.

Наявний матеріал про відсутність достовірних відмінностей латентних періодів ПЗМР поміж груп осіб з різними градаціями ФРНП може слугувати доказом про неможливість їх застосування, як індикатору індивідуально-типологічних властивостей ЦНС. Це підтверджують і результати кореляційного аналізу між досліджуваними ознаками. Коефіцієнт кореляції між ФРНП і ПЗМР

дорівнював - 0,22 ( $p=0,074$ ), що підтверджує відсутність зв'язку між перемінними рядами.

Цікаво те, що в градації обстежуваних з низькими рівнями властивостей абсолютні значення швидкості ПЗМР були виявлені як у осіб з високими, так і з низькими величинами, чого не спостерігалось у осіб з високими характеристиками.

В результаті обробки результатів дослідження швидкості сенсомоторного реагування при переробці інформації з диференціювання позитивних та гальмівних подразників РВ1-3 та РВ2-3 виявлено дещо інші результати. В одних обстеженнях поміж груп осіб різних градацій ФРНП середні значення швидкості рухових реакцій вибору мали тенденції до різниць та були слабо виражені, або і зовсім відсутні. В інших, за умови реакцій РВ2-3, ЦОІ та МР – мали статистично значущі відмінності. Такі результати, слід думати, обумовлені складністю розумового навантаження, чим сенсомоторне завдання складніше, тим більші різниці поміж груп обстежуваних. Наведені результати ми пояснюємо добором контингенту обстежуваних у яких ігрова діяльність вимагає наявності у них високо генетично детермінованих індивідуально-типологічних властивостей нервової системи, так і прояву високої швидкості складних рухових актів.

Вказані особливості сенсомоторних властивостей ПЗМР, РВ1-2, РВ2-3, ЦОІ та МР у елітних спортсменів супроводжувались змінами граничних меж реактивності нервової системи. У спортсменів ПЗМР, РВ1-2, РВ2-3, ЦОІ та МР були не тільки на більш високому рівні реагування, а і характеризувались більш високим рівнем модельних характеристик досліджуваних типологічних та сенсомоторних властивостей нервової системи.

З урахуванням визначених показників здійснили співставлення середніх величин досліджуваних параметрів з модельними характеристиками гравців (табл. 3.7 і рис.3.5).

Таблиця 3.7

**Модельні максимальні, середні та мінімальні характеристики  
індивідуально-типологічних та сенсомоторних властивостей футболістів  
(n=64) високого рівня кваліфікації**

Досліджувані показники	Максимальні	Мінімальні	Середні, X±m	Різниці середніх та модельних значень, %
ПЗМР, мс	179	236	208,7±6,8	16
РВ1-3, мс	246	354	291,3±11,4	18
РВ2-3, мс	324	444	377,3±9,8	16
ЦОІ, мс	101	245	164,2±9,1	62
МР, мс	63	173	107,3±8,7	69
ФРНП, с	52	66	59,3±0,9	13
СНП, сигналів	830	610	720,6±7,4	13
ВНП, мс	13	28	19,2±0,8	41

Як видно з таблиці, модельні максимальні, середні та мінімальні характеристики індивідуально-типологічних та сенсомоторних властивостей футболістів високого рівня кваліфікації, як і слід було очікувати, відрізнялися. Відмінності середніх показників для команди від модельних характеристик гравців коливалися в межах від – 13 до 69 %. Такі відмінності для сенсомоторних властивостей були більшими і становили 16 - 69%. А для нейродинамічних, індивідуально-типологічних властивостей були значно меншими – 13% для ФРНП та СНП і 46% - для ВНП (рис. 3.5).

Отже, з представлених на рисунку 3.5. даних видно, що з усіх досліджуваних властивостей відповідність середньокомандних показників і модельних характеристик дещо відрізнялася. Так, простежується більша відповідність середніх результатів індивідуально-типологічних властивостей



ФРНП та СНП футболістів модельним характеристикам. Тоді, як відмінності за модельними характеристиками і середніми показниками прояву сенсомоторних властивостей виявилися дещо більшими.

На нашу думку, такий характер неоднакової відповідності середніх для команди показників досліджуваних властивостей з модельними характеристиками футболістів високого рівня майстерності, можна пояснити тим, що показники сенсомоторних властивостей можуть змінюватися під впливом тренувальних занять. Їх можна розвивати, удосконалювати і покращувати. Тоді як індивідуально-типологічні властивості, такі як ФРНП і СНП є генетично детермінованими властивостями, тобто є вродженими і у процесі тренувальної і змагальної діяльності елітних футболістів вони не змінюються [41., 62.].

Для діагностичних можливостей адаптації спортсменів до фізичних навантажень широко використовують критерії та розрахунки модельних характеристик максимального рівня. Ми намагалися прояснити питання про роль ФРНП у формуванні функціональної межі для нейродинамічних та сенсомоторних властивостей різної складності.

Оскільки, вище була встановлена кореляція сенсомоторних реакцій різного ступеня складності з ФРНП, то цікаво було простежити залежність функціональної межі формування модельних характеристик сенсомоторних та нейродинамічних властивостей від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Ми здійснили обробку результатів дослідження і визначили середні значення та граничні межі функціональних моделей футболістів у залежності від особливостей ФРНП. У табл. 3.8 представлені результати, а на рис. 6 скатерограми модельних та середніх характеристик нейродинамічних та сенсомоторних властивостей футболістів з вище за середній, середнім та нижче за середній рівнями ФРНП.

Таблиця 3.8

**Сенсомоторна реактивність та нейродинамічні властивості ( $X \pm m$ ) у спортсменів ( $n=64$ ) з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів**

Досліджувані показники	Рівні нейродинамічних властивостей			Модельні значення для команди
	Н	С	В	
ПЗМР, мс	223,4±8,7	213,8 ± 8,8	198,9±10,8	179
РВ1-3, мс	324,3 ± 10,3	301,8 ± 9,4	276,4 ± 10,7	246
РВ2-3, мс	422,6 ± 11,5	379,3 ± 11,5	345,5 ± 11,5	324
ЦОІ, мс	124,6 ± 9,1	115,3 ± 9,1	109,3 ± 10,6	101
МР, мс	123,4 ± 8,9	118,3 ± 10,3	87,6 ± 9,4	73
ФРНП, мс	65,3± 0,6	60,9± 0,7	56,3± 0,4	52
СНП, мс	632,2 ± 23,3	721,7 ± 21,5	794,4 ± 18,7	830
ВНП, мс	22,3 ± 3,1	18,4 ± 2,7	16,1 ± 2,5	13

Примітка: жирним виділені статистично значущі різниці між В-високим, С – середнім та Н- низьким рівнем типологічних властивостей.

Аналіз результатів модельних нейродинамічних і сенсомоторних характеристик футболістів з різним рівнем індивідуально- типологічних властивостей ФРНП виявив наступне. До групи з високим рівнем індивідуально-типологічних властивостей ЦНС увійшли футболісти з високими значеннями максимального рівня та модельними характеристиками ФРНП, СНП та ВНП, а також ПЗМР, РВ1-2, РВ2-3, ЦОІ та МР. Різниці середніх показників для групи осіб з високим рівнем індивідуально-типологічних властивостей і модельними характеристиками досліджуваних показників нейродинамічних та сенсомоторних властивостей складав від 4 до 23%%. Тоді як, для групи з низькими градаціями ФРНП різниці досліджуваних показників нейродинамічних та сенсомоторних властивостей були значно більшими і становили 22-68%% (табл. 3.9).

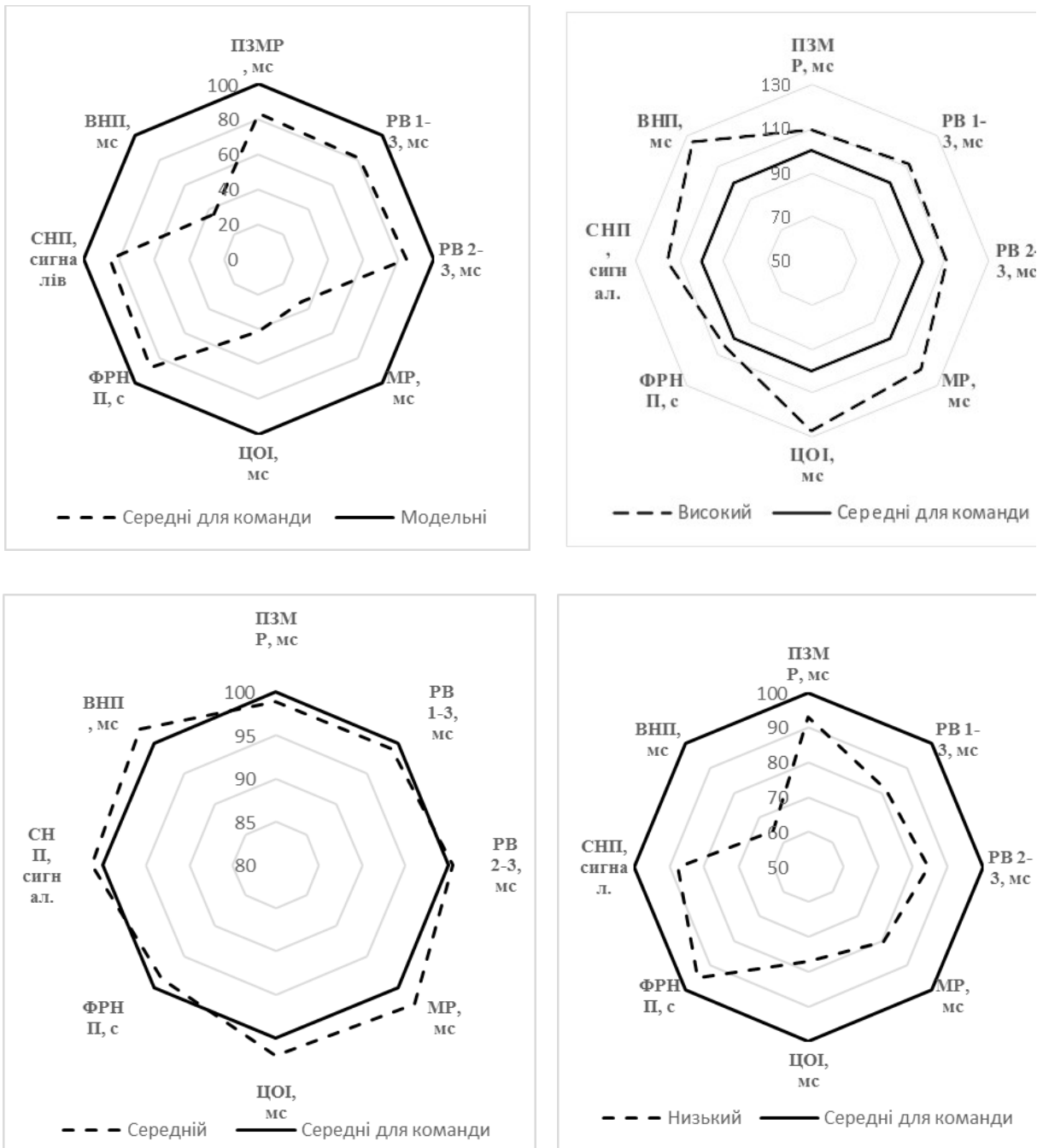


Рис. 3.5 Скатерограма середніх показників сенсомоторних та індивідуально-типологічних властивостей футболістів у порівнянні з модельними характеристиками команди (n=30).

**Сенсомоторна реактивність та нейродинамічні властивості та їх різниці (%) у футболістів (n=64) з різними рівнями функціональної рухливості нервових процесів**

Досліджувані показники	Рівні нейродинамічних властивостей			Модельні значення для команди
	Н	С	В	
ПЗМР, мс	24	18	10	179
РВ1-3, мс	30	22	12	246
РВ2-3, мс	30	17	6	324
ЦОІ, мс	22	13	8	101
МР, мс	68	61	18	73
ФРНП, мс	25	17	7	52
СНП, мс	24	14	4	830
ВНП, мс	69	38	23	13

Представлений комплекс фізіологічних реакцій основних нейродинамічних систем може значно відрізнятися у спортсменів з різними рівнем індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Наведені результати можуть свідчити про залежність максимальних модельних характеристик сенсомоторної реактивності та нейродинамічних функцій від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Для осіб з високим рівнем ФРНП функціональні межі досліджуваних сенсомоторних та нейродинамічних властивостей були вищими, ніж у групах з низькою градацією типологічних властивостей нервової системи.

Отже, з усього вище викладеного можна зробити узагальнення, що індивідуально-типологічні властивості нервової системи, а саме ФРНП, спортсменів-футболістів визначає індивідуальних характер, а також функціональні межі нейродинамічних та сенсомоторних властивостей.

Феноменологія вказаних пристосувальних змін у реактивних властивостях нервової системи спортсменів добре описана у літературі [34., 44.,

53., 61., 67., 118.]. Зрозуміло, що застосування нейродинамічного підходу до управління тренувальним процесом на основі диференціювання та урахування індивідуально-типологічних властивостей ЦНС спортсменів дуже широка науково-практична проблема і не може бути у повній мірі вирішена у рамках даної роботи. Тому у дисертації була поставлена мета експериментально обґрунтувати і показати роль індивідуально-типологічних властивостей ЦНС для управління та корекції фізіологічних функцій та фізичної працездатності висококваліфікованих спортсменів ігрових видів спорту.

Таким чином, можемо стверджувати, що функціональні межі нейродинамічних (ФРНП, СНП, ВНП) та сенсомоторних властивостей (РВ1-3, РВ2-3, ЦОІ, МР) спортсменів визначаються індивідуально-типологічними (спадковими) властивостями ЦНС.

Узагальнення підрозділу 3.1:

- встановлені особливості формування досліджуваних нейродинамічних властивостей у спортсменів-футболістів, які визначаються більш інтенсивним та випереджаючим характером розвитку, вищим їх рівнем та пластичністю у спортсменів, ніж у не спортсменів.

- встановлені у дисертаційній роботі закономірності і особливості динаміки психофізіологічних функцій осіб, які систематично займаються футболом, розвивають концептуальні положення психофізіології, про те, що нейродинамічні, індивідуально-типологічні властивості ЦНС є найбільш значимими у формуванні досліджуваних психофізіологічних функцій.

- у роботі констатовано, що індивідуальні типологічні властивості ФРНП, СНП, ВНП описують генетично обумовлені індивідуальні відмінності та є базовими властивостями ЦНС, що визначають характер участі інших психофізіологічних характеристик у формуванні функціональної системи ігрової діяльності футболістів.

- індивідуально-типологічні властивості ЦНС повинні бути враховані для розробки науково-обґрунтованої системи відбору, підготовки, корекції,

тренінгу та профілактики розвитку негативних станів, а також оптимізації тренувальної та спортивної діяльності.

- встановлені особливості формування досліджуваних індивідуально-типологічних властивостей ЦНС, сенсомоторних властивостей у спортсменів-футболістів, які визначають більш високу кінетикою розгортання, відновлення та стійкості функцій, функціональною стійкістю, інтенсивним та випереджаючим характером розвитку, вищим їх рівнем та досягнення максимумів, а також високою нейрогуморальною регуляції, ніж у не спортсменів.

### **3.2. Характеристика фізичної працездатності футболістів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи**

Раніше у нашій лабораторії були проведені дослідження з використанням близнюкового методу. Визначення долі спадкових і середовищних факторів у формуванні нейродинамічних властивостей проводили методом розрахунку коефіцієнта Хольцингера (Н), який виражає силу спадковості [59., 32.]. За цією методикою для кожного показника досліджуваних властивостей розраховували коефіцієнти внутрішньокласової кореляції (r) для МЗ ( $r_{мз}$ ) і ДЗ близнюків ( $r_{дз}$ ), а потім вираховували величину Н за формулою:  $H = (r_{мз} - r_{дз}) : (1 - r_{дз})$ . Коефіцієнт спадковості змінювався від 0 і до 1. Вважали, що при Н рівному 0, розвиток ознаки визначається виключно фактором середовища, а при 1 - повністю залежить від спадкових факторів. Близнюковий метод дослідження показав, що саме ФРНП має більш високий показник Хольцингера (Н) - 0,67, що вказує на залежність цієї властивості від спадкових факторів. Для СНП така залежність була - 0,56, а для ВНП – 0,53.

Результати досліджень, які проведені на групі близнюків, показали, що участь генетичних та середовищних факторів у формуванні індивідуальних особливостей сенсомоторних і типологічних властивостей нервової системи проявляється у різних співвідношеннях. Виявлена виражена спадкова

обумовленість для функціональної рухливості основних нервових процесів (70%) і відносна перевага генотипічних факторів (50%) - для врівноваженості та сили нервових процесів [32., 62.]. Ми вважаємо, що ці властивості ЦНС є біологічно стійкими, і в силу своєї генетичної обумовленості можуть бути надійними критеріями для проведення досліджень. Оскільки для властивості ФРНП зв'язок з показниками фізичної працездатності був вищим, тому ми, у подальшому, в експериментальній роботі зосередили увагу і дослідження саме на цій типологічній властивості ЦНС.

### **3.2.1. Результати дослідження фізичної працездатності футболістів з використанням тредміля**

Цікавими були результати дослідження фізичної працездатності футболістів з різним рівнем ФРНП за умови виконання тестового завдання на тредмілі.

В експерименті взяли участь 29 футболістів. Дослідження були схвалені Комісією з біомедичної етики, а обстежувані ознайомлені з метою дослідження і дали згоду. Для всіх обстежуваних дотримувались єдиного режиму. Поряд з комплексною оцінкою фізичної працездатності та індивідуально-типологічних властивостей нервової системи (ФРНП) визначали критичну потужність, яка відповідала максимальному споживання кисню та поріг анаеробного обміну, максимальну аеробну і анаеробну спроможність.

Починали дослідження з визначення у спортсменів індивідуально-типологічних властивостей - ФРНП (результати представлені у підрозділі 3.1.1). Потім переходили до визначали антропометричних показників: вік, зріст (м), вагу (кг), індекс маси тіла (ІМТ,  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ), частоту серцевих скорочень (HR,  $\text{уд}\cdot\text{хв}$ ), артеріальний тиск (АТ, мм.рт.ст.), лактат в крові (HLakt,  $\text{ммоль}\cdot\text{л}$ ), швидкість споживання кисню ( $\text{VO}_2$ ,  $\text{мл}\cdot\text{кг}\cdot\text{хв}$ ) [53., 152., 156.].

Наступним етапом дослідження був тест зі ступеневим підвищенням швидкості бігу на тредмілі "Schiller AG", Швейцарія. Робота складалася з

розминки та основної частини. Розминку проводили - 5 хв. на швидкості - 5 км·год, з підйомом доріжки на кут - 2 %. На кожній ступені потужності тривалість навантаження становила одну хвилину. Початкове навантаження встановлювали зі швидкості бігу – 7 км·год, а кут нахилу доріжки – 25 %. Інтенсивність бігу зростала кожну хвилину у послідовності: 10, 13, 16, 19, 22 та 25 км·год. Загальний час дослідження не перевищував - 10 хв. На кожній ступені роботи на тредмолі, з допомогою ергоспірометра «Metalyser 3B-R2» фірми «Cortex» (Германія), досліджували показники поглинання кисню ( $VO_2$ , мл·хв·кг). Швидкість поглинання кисню організмом усереднювали за 30 с і визначали значення  $VO_{2max}$  та аеробну і анаеробну працездатність [15., 53., 156.].

HR реєстрували у стані спокою та під час ергоспірометричного тесту з використанням пульсометра (Polar m400 HR, Polar Oy, Фінляндія). Вимірювали середнє та максимальне HR для кожного обстежуваного [53., 101.]. Визначення лактату в крові (HLakt, ммоль·л) виконували у стані спою та під час кожної ступені навантаження з допомогою мікроаналізатора ABL800 фірми «Radiometr» (Данія). За показниками HLakt,  $VO_2$  та HR визначали ПАНО, вище якого розвивається метаболічний ацидоз. Початком метаболічного ацидозу вважали підвищення HLakt в крові більш ніж – 4.4 ммоль·л [65., 156.].

В результаті проведеного дослідження отримали антропометричні та функціональні показники, які представлені у таблиці 3.10.

*Таблиця 3.10*



**Антропометричні та функціональні показники у футболістів, (n = 29),  
представлені як медіана і нижній та верхній квартилі [Me (Q<sub>25</sub> - Q<sub>75</sub>)]**

Досліджувані показники	Медіана	Нижній квартиль, 25%	Верхній квартиль, 75%
Вік, роки	23,4	19,3	28,7
Зріст, м	1,85	1,69	1,93
Вага, кг	78,5	69,3	74,6
ІМТ, кг· м <sup>2</sup>	22,3	20,7	23,6
Жирова маса, %	11,6	8,6	12,8
АТ <sub>макс</sub> , мл.рт.ст.	122, 4	116,5	128,7
АТ <sub>мін</sub> , мл.рт.ст.	78,4	67,4	83,3
HR, уд·хв.	63,3	59,8	66,5

З таблиці видно, що антропометричні та функціональні показники знаходяться у відповідності з даними літератури, що характерні для футболістів високої кваліфікації [142.].

З допомогою тредміля “Schiller AG”, визначали загальну фізичну працездатність. Реєстрували показники максимальної швидкості бігу ( $V_{\max}$ , км·г<sup>-1</sup>), яку спортсмен досягав на останній хвилині тесту зі ступеневим підвищенням навантаження, а також характеристики кардіореспіраторної системи:  $VO_{2\max}$ , HR та  $HL_a$ . За результатами дослідження фізичної працездатності середні показник швидкість бігу на тредбані ( $V$ ) у футболістів становила – 17,6 [10,8; 21,7] км·г<sup>-1</sup>, а швидкість поглинання кисню організмом ( $VO_{2\max}$ ) – 59,3 [56,3; 72,6] мл·хв.<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>. При цьому максимальна HR дорівнювала – 183,3 [167,3; 195,4] уд·хв<sup>-1</sup>, а  $HL_{akt}$  - 10,9 [8,2; 12,3] ммоль·л<sup>-1</sup>. Результати дослідження фізичної працездатності футболістів та кардіореспіраторної системи на тредмілі представлені у табл. 3.11 та рис.3.6.

**Результати дослідження фізичної працездатності та кардіореспіраторної системи спортсменів (n= 29) за умови виконання навантаження на тредмілі**

Дослідж. показники	Швидкість бігу, км·г <sup>-1</sup>						
	7	10	13	16	19	22	25
V, км ·г <sup>-1</sup>							
HR, уд·хв <sup>-1</sup>	102,9 [96;128]	128,0 [117;137]	134,7 [121;147]	145,3 [134;153]	177,3 [159;183]	174,4 [167;187]	175,2 [169;193]
VO <sub>2max</sub> , мл·хв. <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	43,0 [39; 48]	45,0 [37; 53]	50,3 [41; 57]	54,3 [42; 62]	58,8 [53; 67]	59,4 [50; 72]	59,7 [52; 69]
HLakt., ммоль·л <sup>-1</sup>	1,9 [1,5;2,4]	2,3 [2,3; 3,3]	2,6 [2,2; 5,3]	3,7 [3,2; 5,3]	4,5 [3,8; 6,3]	6,7 [4,6; 7,8]	10,9 [8,2;12,3]

З наведених даних видно, що гранична швидкість бігу на тредмілі у футболістів дорівнювала – 25 км·г<sup>-1</sup>. Гарантована потужність, яку досягли 100 % футболістів складала – 16 км·г<sup>-1</sup>, в той час як навантаження потужністю – 19 та 22 км·г<sup>-1</sup> змогли виконати тільки, відповідно – 59 і 34% обстежуваних. Максимальних значень фізичної працездатності 25 км·г<sup>-1</sup> досягли тільки 7 % футболістів. Отже, гранична межа фізичної працездатності, яку виконують більшість футболістів за показниками швидкості бігу на тредмілі становить – 16 км·г<sup>-1</sup>, що можна розглядати у якості нормативного тесту.



Рис. 3.6 Фізична працездатність та показники кардіореспіраторної системи під час виконання роботи на тредмілі.

Аналіз досліджуваних показників виявив зв'язок між показниками HR,  $VO_{2max}$ , та  $V$  при навантаженні – 7, 10, 13, та 16  $км \cdot г^{-1}$ . Результати свідчать, що у більшості випадків високий рівень фізичної працездатності на тредмілі характеризувався і вищими значеннями HR,  $VO_{2max}$ . Поступове підвищення швидкості бігу на тредмілі приводило до зростання досліджуваних показників кисневотранспортної системи. Подальше зростання швидкості бігу на тредмілі до 19, 22 та 25  $км \cdot г^{-1}$  призвело до відносного уповільнення підвищення HR,  $VO_2$  та більш інтенсивного зростання HLa (рис. 3.7).

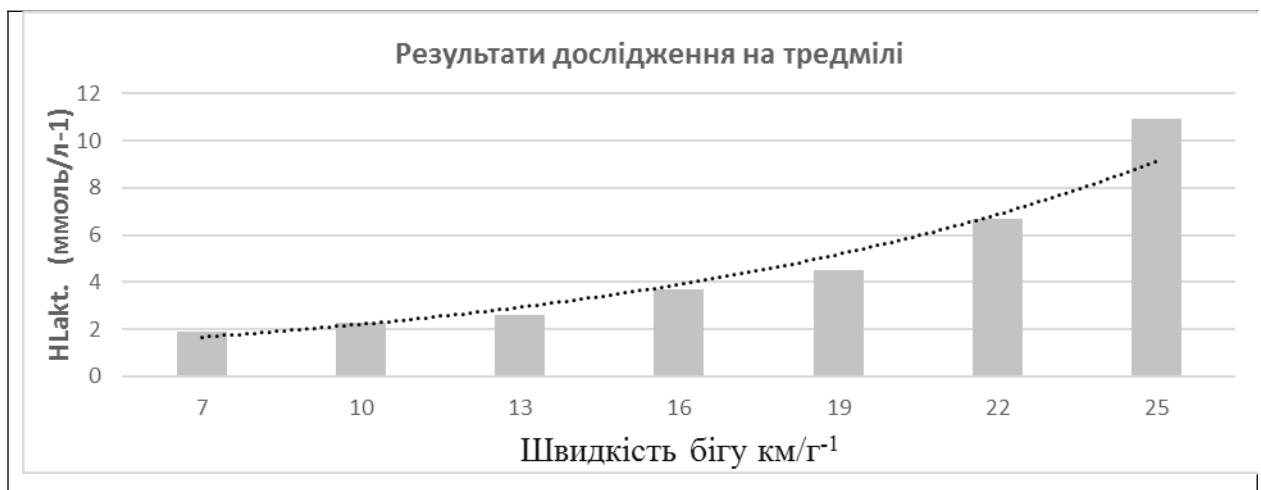


Рис. 3.7 Результати дослідження вмісту молочної кислоти у крові спортсменів під час виконання фізичного навантаження на тредмілі.

Отже, потужність роботи на тредмілі на рівні – 16  $км \cdot г^{-1}$  і HR на рівні – 145,3  $уд \cdot хв^{-1}$ , а  $VO_{2max}$  54,3  $мл \cdot хв \cdot кг^{-1}$  та HLa. – 3,7  $ммоль \cdot л^{-1}$  можна вважати межею аеробних процесів, вище за які в організмі футболістів розвиваються метаболічні процеси, що пов'язані з переважанням анаеробних механізмів енергозабезпечення і швидко накопичується лактат [156.]. Потужність роботи зі швидкості бігу на тредмілі - 19  $км \cdot г^{-1}$  і вище та характеристики HR на рівні - 177,3  $уд \cdot хв^{-1}$ , а  $VO_2$  - 58,8  $мл \cdot хв \cdot кг^{-1}$  та HLa. – 4,5  $ммоль \cdot л^{-1}$  можна вважати, як АнП.

З метою встановлення зв'язку фізичної працездатності футболістів з характеристиками індивідуально-типологічних властивостей ЦНС ми провели розрахунки і зіставлення індивідуальних кількісних і якісних результатів виконання тесту на тредмілі у групах спортсменів з різними градаціями ФРНП (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

**Розподіл обстежуваних (%) за результатами дослідження фізичної працездатності футболістів з різною градацією функціональної рухливості нервових процесів за умови виконання тесту на тредмілі (n= 29)**

Рівні ФРНП	Швидкість бігу, км·г <sup>-1</sup>						
	7	10	13	16	19	22	25
V, (км·г <sup>-1</sup> )	7	10	13	16	19	22	25
Високий	100	100	100	100	100	96,5	3,5
Середній	100	100	100	100	79,5	17,0	3,5
Низький	100	100	100	100	78,5	21,5	0

З наведених даних видно, що граничної швидкості бігу (25 км·г<sup>-1</sup>) на тредмілі змогли досягнути - 2 футболіста, які відносилися до групи з високою та середньою градацією ФРНП. Гарантовану потужність (16 км·г<sup>-1</sup>), змогли виконати всі 100% обстежувани не залежно від рівня ФРНП. В той час як фізичне навантаження зі швидкістю бігу – 19 км·г<sup>-1</sup> змогли виконати тільки - 78,5% осіб, з низькою та - 79,5% футболістів з середньою і 100% обстежуваних з високою градацією ФРНП. Високу фізичну працездатність на швидкості бігу 22 км·г<sup>-1</sup> змогли досягти - 96,5% обстежуваних з високим та - 17% футболістів з середнім рівнем ФРНП. Тільки - 21,5% спортсменів з низьким рівнем ФРНП змогли виконати фізичне навантаження на швидкості 22 км·г<sup>-1</sup>.

Отже, наведені результати табл. 3.12 демонструють залежність фізичної працездатності футболістів від індивідуально-типологічних властивостей ЦНС.

Середні значення фізичної працездатності у футболістів з високим, середнім та низьким рівнем ФРНП представлені в таблиці 3.13 та рис 3.8.

Таблиця 3.13

**Середні значення ( $X \pm m$ ) та статистичні відмінності (P) фізичної працездатності у футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів**

Фізична працездатність, статистична значущість різниць, P	Рівні властивості ФРНП		
	Н	С	В
V, км г <sup>-1</sup>	15,7	18,3	20,1
Н-С	0,032		
Н-В			0,021
С-В		0,042	

За результатами, які наведені у таблиці 3.13 у групі з високим рівнем ФРНП середній показник швидкості бігу на тредмілі становив - 20,1 км·г<sup>-1</sup>. Тоді як для групи обстежуваних, що відносилися до групи з середнім рівнем рухливості це показник дорівнював - 18,3 км·г<sup>-1</sup>. А для осіб, що були віднесені за результатами ФРНП до групи з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості показник фізичної працездатності був менший, а швидкість бігу для цієї групи становила - 15,7 км·г<sup>-1</sup>. Статистична вірогідність різниць між середніми значеннями швидкості бігу на тредмілі у групах обстежуваних футболістів з різною градацією ФРНП досягла рівня значущих відмінностей і не перевищувала значення P= 0,021- 0,042 (рис. 3.8).

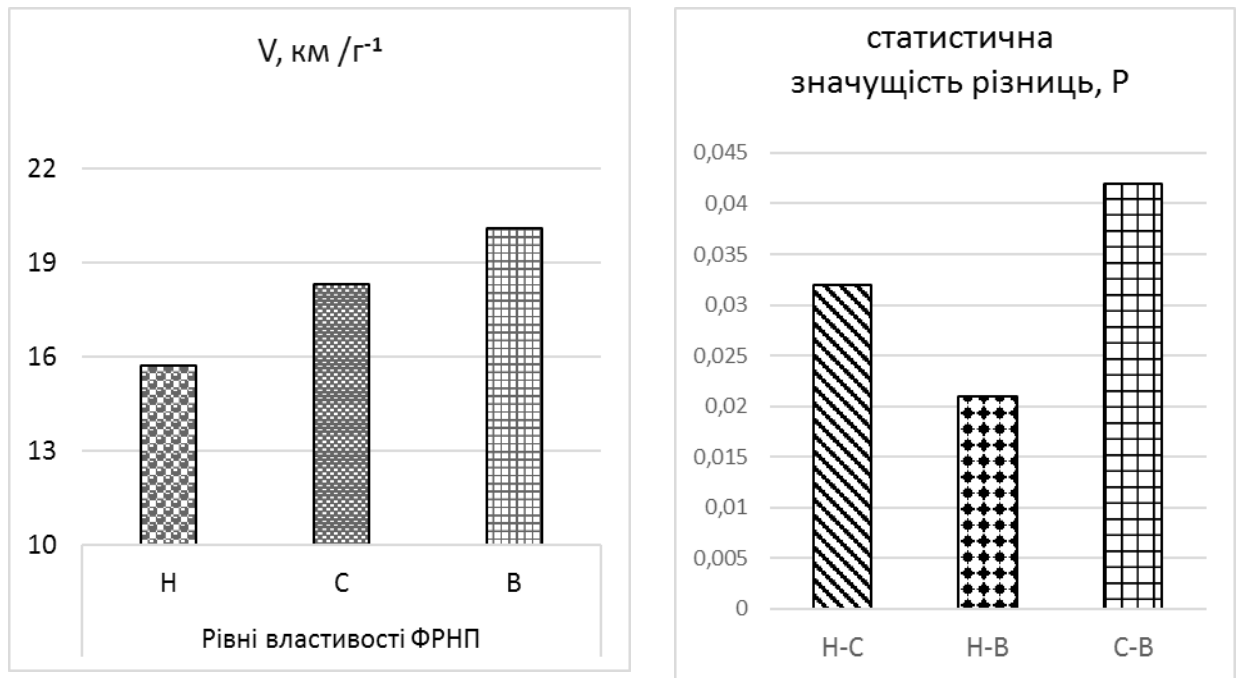


Рис. 3.8 Середні значення ( $X \pm m$ ) та статистичні відмінності (P) фізичної працездатності у футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів

Отже, наведені результати цього підрозділу та співставлення середніх значень у групах з різною градацією досліджуваної властивості переконують нас у тому, що загальна фізична працездатність футболістів під час виконання тесту на тредмілі знаходиться у залежності від індивідуально-типологічних властивостей ЦНС. Встановлено, що футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувалися більш високим рівнем фізичної працездатності на тредмілі, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості.

Таким чином з результатів цього підрозділу можна зробити узагальнення про те, що фізична працездатність спортсменів-футболістів знаходиться у залежності від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи.

### **3.2.2. Зв'язок індивідуально-типологічних властивостей нервової системи з фізичною працездатністю спортсменів, що отримані з використанням телеметричної системи GPSports**

Аналіз літератури показав, що у більшості наукових робіт відсутня ґрунтовна інформація про характер та особливості фізичної працездатності спортсменів у залежності від індивідуально-типологічних особливостей нервової системи. Не існує робіт, в яких би в якості критерію диференціювання виступали індивідуально-типологічні властивості нервової системи. Не з'ясовані можливості їх використання для моніторингу фізичної працездатності, спеціальної підготовленості та резервних можливостей футболістів. Ось чому знання про зв'язок фізичної працездатності футболістів в умовах ігрової діяльності з типологічними властивостями основних нервових процесів має не лише теоретичний, а й практичний інтерес. Припускаємо, що вирішення цих завдань, дозволить ефективно впливати на індивідуальну фізичну працездатність спортсменів та оптимізувати процес тренування.

Аналіз літератури по проблемі свідчить, що існує об'єктивне протиріччя між необхідністю здійснити диференційований підхід до організації тренувального процесу футболістів у напрямку підвищення фізичної працездатності і науковою розробленістю цього питання з урахуванням особливостей індивідуально-типологічні властивості нервової системи.

Тому метою цього підрозділу дисертаційної роботи було встановити зв'язок спеціальної фізичної працездатності, яка визначалась під час ігрової діяльності з допомогою телеметричної системи у футболістів високої кваліфікації з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.

У 39 футболістів визначали індивідуально-типологічні властивості ЦНС, а під час проведення календарних ігор у чемпіонаті країни 2018-2019 рр. за допомогою «GPS-sport системи Catapult Vector S7» досліджували фізичну працездатність. Досліджували показники довжини дистанції (S, м), яку

футболісти пробігали за гру та у різних швидкісних режимах. Швидкісні режими встановлювали у відповідності до рекомендацій: ходьба (walking) – 0,7-7,1 км·г<sup>-1</sup>, біг підтюпцем (jogging) – 7,2-14,3 км·г<sup>-1</sup>, аеробний біг (running) – 14,4-19,7 км·г<sup>-1</sup>, швидкісний біг (high-speed running) – 19,8-25,1 км·г<sup>-1</sup>, та спринт (sprinting) – > 25,1 км·г<sup>-1</sup> [83., 99.].

Функціональну рухливість нервових процесів футболістів встановлювали за методикою Макаренка М.В. та на приладі «Діагност-1М» [52., 58., 59.]. Експерименти проводили на комп'ютерній системі IBM PC AT 386. Обстежуваному необхідно було максимально швидко диференціювати 120 збудливих і гальмівних подразників, які адресовані до лівої та правої руки. Оцінку ФРНП проводили по результатам швидкості переробки інформації. Чим менше у обстежуваного був час для переробки 120 подразників - тим вище рівень ФРНП. Експериментальний матеріал обробляли методом варіаційної статистики за програмами Statgraphics, Microsoft Excel.

Цікавими були результати дослідження стану фізичної працездатності у футболістів високої кваліфікації. В таблиці представлені результати фізичної працездатності, які отримані у футболістів професійної команди під час проведення календарної гри у чемпіонаті країни з використанням GPSports-системи (табл. 3.14).

Результати дослідження фізичної працездатності, що були отримані з використанням телеметричної системи, показали, що для команди об'єм виконаної роботи та довжина дистанції становила – 11069,8±121,4 м. Основний час гри – 34,0 хв., або – 37,8 % футболісти проводили у режимі бігу підтюпцем (jogging) – 7,2-14,3 км·г<sup>-1</sup>. У цьому швидкісному режимі футболісти пробігли – 4475,6±93,8 м. Дещо нижчу (36,6 %) фізичну працездатності футболісти демонстрували у режимі ходьби (walking) – 0,7-7,1 км·г<sup>-1</sup>, і долали дистанцію – 4012,3±88,5 м. У режимі бігу (running) – 14,4-19,7 км·г<sup>-1</sup>, фізична працездатності футболістів команди була менша (16,2 %) і становила – 1841,0±44,3 м. Фізична працездатності у режимі швидкісного бігу (high-speed running) – 19,8-25,1 км·г<sup>-1</sup>



становила всього –  $611,3 \pm 18,4$  м, що відповідало – 7,5 % ігрового часу. У режимі спринтерського бігу, більше ніж  $25,1 \text{ км} \cdot \text{г}^{-1}$  футболісти пробігали –  $129,6 \pm 11,7$  м (1,9 %) за гру.

Таблиця 3.14

Довжина дистанції ( $X \pm m$ ) і час ігрової активності за гру та у різних швидкісних режимах у футболістів ( $n = 39$ )

Досліджувані Показники	Довжина дистанції у різних швидкісних режимах, $\text{км} \cdot \text{г}^{-1}$					
	За гру	Walking – 0,7-7,1	Jogging – 7,2-14,3	Running 14,4-19,7	High-speed running – 19,8-25,1	sprinting >25,1
Довжина дистанції, м	11069,8 $\pm 121,4$	4012,3 $\pm 88,5$	4475,6 $\pm 93,8$	1841,0 $\pm 44,3$	611,3 $\pm 18,4$	129,6 $\pm 11,7$
Час гри у різних швидк. режимах, хв.	90,0	32,9	34,0	14,6	6,8	1,7
Відносний час гри у різних швид. режимах, %	100	36,6	37,8	16,2	7,5	1,9

Нас цікавило питання про зв'язок індивідуально-типологічних властивостей ЦНС зі спеціальною фізичною працездатністю футболістів. У результаті досліджень виявили, що показники фізичної працездатності футболістів мають достовірний зв'язок з ФРНП. Так, коефіцієнт рангової кореляції  $R_{xy}$  між показниками ФРНП та рівнем фізичної працездатності (середній об'єм бігової роботи у метрах за ігри першого кола) футболістів високої кваліфікації становив 0,32 ( $p < 0,026$ ). Це вказує на те, що чим вища ФРНП у обстежуваного, тим вищий рівень фізичної працездатності і, навпаки, футболісти з низькими показниками досліджуваної типологічної властивості нервових процесів характеризувалися меншим об'ємом роботи за матч. Для підтвердження вище наведених результатів кореляційного аналізу чи їх спростування ми футболістів високої кваліфікації розподілили на три групи за рівнем ФРНП.



Рис. 3.9 Довжина дистанції ( $X \pm m$ ) і час ігрової активності у різних швидкісних режимах футболістів ( $n = 39$ )

Спочатку встановили середній рівень ФРНП для обстежуваних високої кваліфікації футболістів був -  $62,6 \pm 0,56$  с. Самий високий показник ФРНП дорівнював - 58 с, а низький – 68 с. Застосовуючи метод сигмальних відхилень розподілили на групи: з нижче за середній ( $<M - 0,5\sigma$ ), середній ( $M - 0,5\sigma - M + 0,5\sigma$ ) та вище за середній ( $>M + 0,5\sigma$ ) рівень ФРНП (табл. 3.15). Результати розподілу за рівнем ФРНП свідчать, що більше за всіх футболістів виявилось з середнім рівнем рухливості (61–64 с). Серед висококваліфікованих футболістів таких осіб було - 42,0%. Кількість спортсменів з нижче (65-68 с), та вище за середній (58-60 с) показник ФРНП було значно менше і не перевищувало - 30%. Серед висококваліфікованих футболістів - 30,2% обстежуваних віднесені до групи з вище за середній показник ФРНП і виконували завдання по переробці 120 сигналів за 58 - 60 с. В той час як - 27,8% осіб виконували тестове завдання з диференціювання 120 збудливих і гальмівних сигналів за 65 - 68 с. віднесені до групи з нижче за середню градацію ФРНП.

Цікавими, як нам видається, є результати фізичної працездатності під час ігрової діяльності футболістів високої кваліфікації у зв'язку з різним рівнем ФРНП (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Довжина дистанції ( $X \pm m$ ) за гру та у різних швидкісних режимах для команди і футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів

(n = 39)

Рівні ФРНП	Дистанція за гру, м	Швидкісні режими, км·г <sup>-1</sup>				
		Walking 0,7-7,1	Jogging 7,2-14,3	Running 14,4-19,7	High-speed running 19,8-25,1	Sprinting >25,1
Вище за середній	11775 ±143,1*	4021 ±56,7	4405 ±66,3	1912 * ±56,4	663 * ±23,1	144 * ±11,6
Середній	11218 ±128,3*	4048 ±95,6	4331 ±67,2	1845 # ±48,2	614 # ±19,4	128 # ±10,3
Нижче за середній	9844 ±134,3	4167 ±68,6	4330 ±74,2	1790 ±44,2	574 ±17,2	98 ±10,9
Середня для команди	10945,6 ±121,4	4012,3 ±88,5	4475,6 ±73,8	1841,0 ±44,3	611,3 ±18,4	129,6 ±11,7

Примітка - \* статистично вірогідні різниці між групами обстежуваних з високим, середнім та низьким рівнем ФРНП на рівні  $p < 0,05$ .

У групах футболістів з різними градаціями ФРНП окремо і для команди вцілому визначали та аналізували показники фізичної працездатності за показниками довжини дистанції (S, м), яку футболісти пробігали за гру та у різних швидкісних режимах (рис. 3.10).

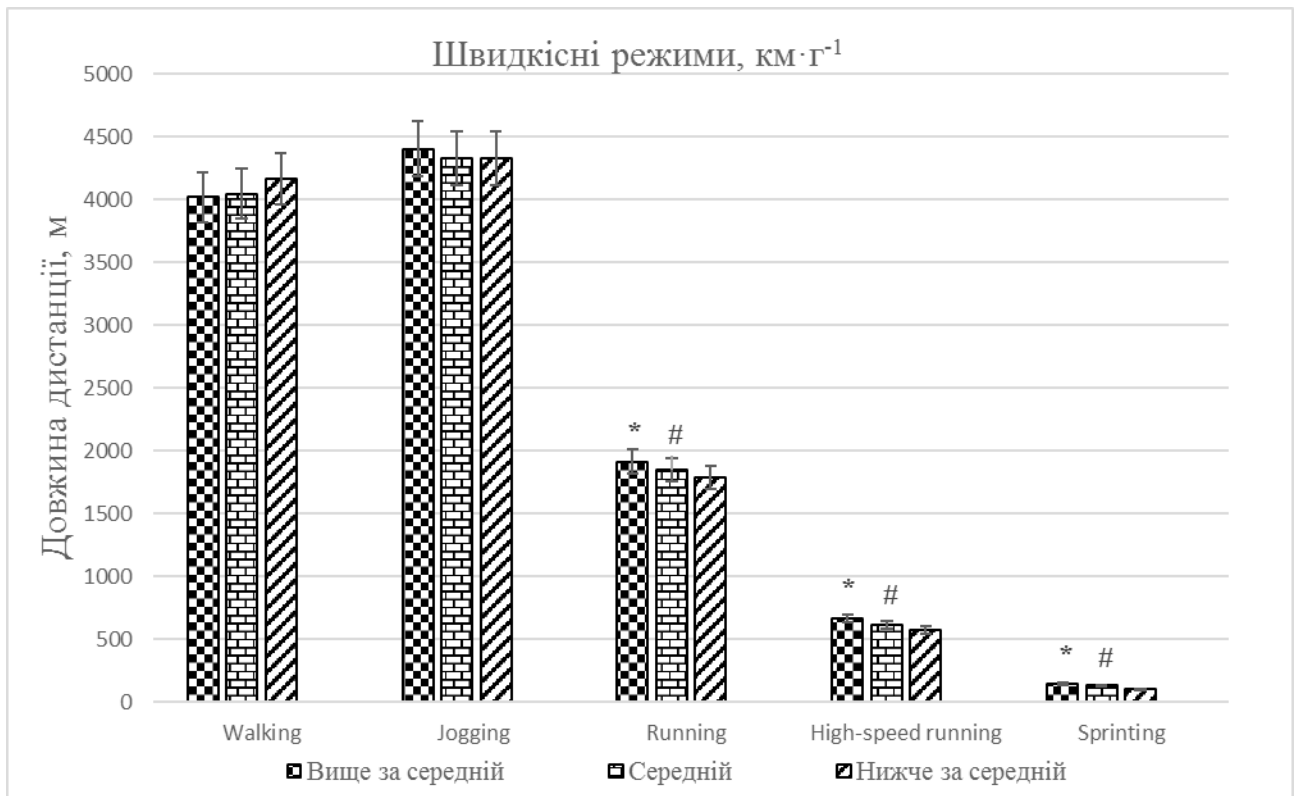


Рис. 3.10 Довжина дистанції ( $X \pm m$ ) за гру та у різних швидкісних режимах для команди і футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів ( $n = 39$ ). Примітка - \* статистично вірогідні різниці між групами обстежуваних з високим, середнім та низьким рівнем ФРНП на рівні  $p < 0,05$ .

Представлені результати характеризують якісний аспект зв'язку між фізичною працездатністю у футболістів і властивостями основних нервових процесів. Більш високому рівню ФРНП відповідали вищі значення фізичної працездатності. І, навпаки, спортсмени з низьким рівнем ФРНП характеризувалися низькою фізичною працездатністю. Так, футболісти з вище за середній рівень ФРНП за гру в середньому виконували об'єм бігової роботи –  $11775 \pm 143,1$  м, що статистично більше, ніж у осіб з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості –  $9844 \pm 134,3$  м ( $p < 0,043$ ). Футболісти з середнім рівнем ФРНП займали проміжне становище. В середньому за гру вони пробігали дистанцію –  $11218 \pm 128,3$  м, що також було статично вище, ніж у осіб з низькими градаціями досліджуваної типологічної властивості ( $p < 0,048$ ).

Футболісти з високим рівнем ФРНП характеризувались статистично вищою спеціальною працездатністю у біговому режимі - 14,4-19,7 та 19,8–25,1 і більше ніж - 25,1 км·г<sup>-1</sup>. Футболісти з високою ФРНП пробігали за гру у швидкісному режимі - 14,4-19,7 км·г<sup>-1</sup> – 1912 ±56,4 м., в режимі - 19,8 – 25,1 км·г<sup>-1</sup> – 663±23,1 м., а в режимі швидкісного біг (більше ніж 25,1 км·г<sup>-1</sup>) – 144±11,6 м, що достовірно вище, ніж у осіб з низькою ФРНП.

Отже, фізична працездатність футболістів в різних швидкісних режимах знаходиться в залежності від рівня ФРНП. Футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувались більш високою фізичною працездатністю, ніж особи з низькою досліджуваною типологічною властивістю ЦНС. Футболісти з високим рівнем ФРНП під час гри демонстрували більш високий рівень працездатності у режимах швидкісного бігу (14,4-25,1 км·г<sup>-1</sup>), ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості. Футболісти з низьким рівнем типологічної властивості демонстрували більш високий рівень спеціальної фізичної працездатності у бігових режимах з низькою швидкістю (0,7-14,3 км·г<sup>-1</sup>) ( $p < 0,05$ ).

Наведені результати табл. 3.2 та рис. 3.10 вказують на те, що особи з високою ФРНП мають вищі показники спеціальної фізичної працездатності, ніж обстежувані з низкою градацією досліджуваної типологічної властивості. Для того, щоб перевірити і уточнити правильність такого узагальнення, а також уникнути помилки ми провели розрахунки відносної величини спеціальної фізичної працездатності футболістів з різним рівнем ФРНП для різних швидкісних режимів. Таким чином, ми отримали можливість аналізувати і порівнювати відносні результати фізичної працездатності футболістів під час гри у різних швидкісних режимах (табл. 3.16).

Якісний вклад (%) різних швидкісних режимів у спеціальну фізичну працездатність футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів (n = 39)

Рівні ФРНП	Дистанція за гру, м	Швидкісні режими, км·г <sup>-1</sup>				
		Walking – 0,7-7,1	Jogging – 7,2-14,3	Running – 14,4-19,7	High- speed running – 19,8-25,1	Sprinting >25,1
Вище за середній	11775 ±143,1*	36,1	37,4	8,2	6,6	1,8
Середній	11218 ±128,3*	36,0	38,6	16,4	5,4	1,1
Нижче за середній	9844 ±134,3	40,3	42,2	13,1	3,8	0,9
Середня для команди	11069,8 ±121,4	37,3	40,4	16,6	5,5	1,2

Примітка - \* статистично вірогідні різниці між групами обстежуваних з високим, середнім та низьким рівнем ФРНП на рівні  $p < 0,05$ .

Результати, які представлені у таблиці 3.16 та рис. 3.11 показали особливості участі різних швидкісних режимів у забезпеченні спеціальної фізичної працездатності футболістів з різними типологічними властивостями ЦНС. Так, серед обстежуваних футболістів з високим рівнем ФРНП фізична працездатність на 36-37% підтримувалась за рахунок бігового режиму ходьби (0,7-7,1 км·г<sup>-1</sup>) та повільного бігу (7,2-14,3 км·г<sup>-1</sup>) і на - 18% у режимі аеробного бігу (14,4-19,7 км·г<sup>-1</sup>) та - 6,6% у режимі швидкісного бігу (19,8-25,1 км·г<sup>-1</sup>).

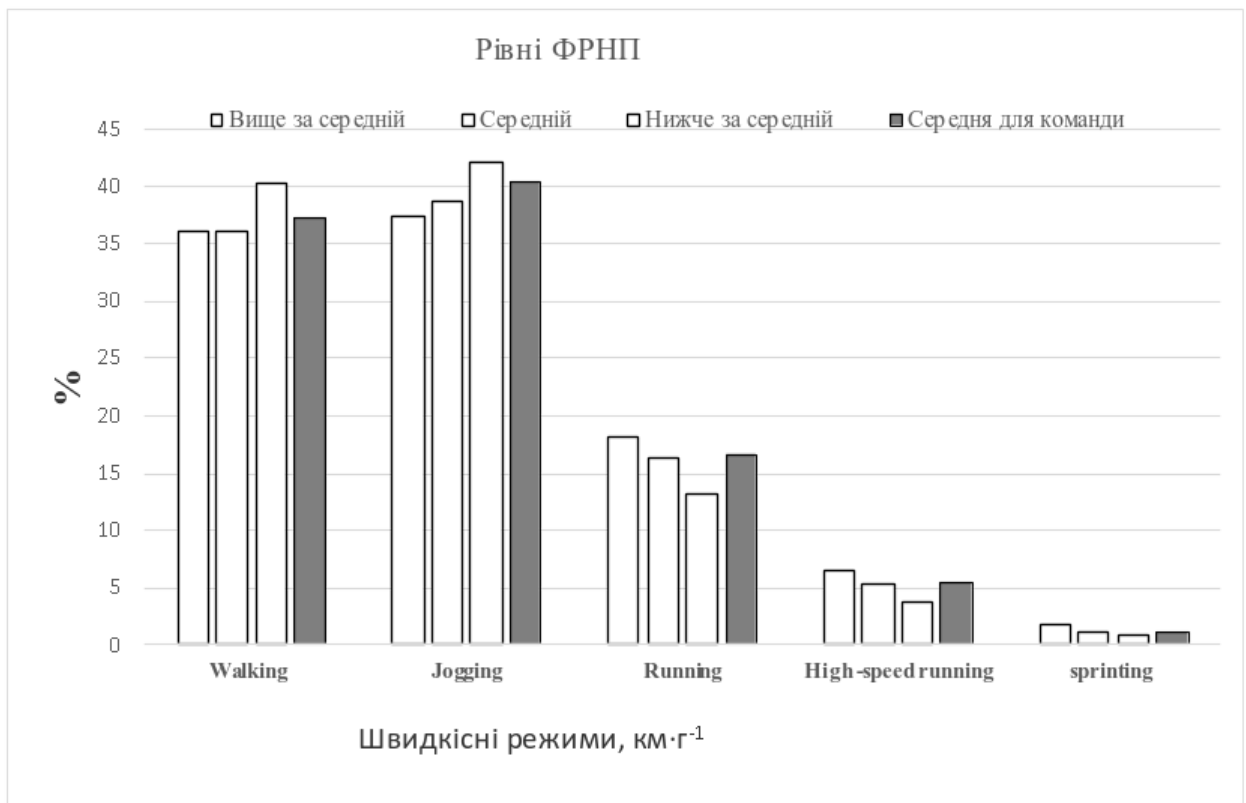


Рис. 3.11 Якісний вклад (%) різних швидкісних режимів у спеціальну фізичну працездатність футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів (n = 39)

Результати, які представлені у табл. 3.16 та рис. 3.11 показали особливості участі різних швидкісних режимів у забезпеченні спеціальної фізичної працездатності футболістів з різними типологічними властивостями ЦНС. Так, серед обстежуваних футболістів з високим рівнем ФРНП фізична працездатність на 36-37% підтримувалась за рахунок бігового режиму ходьби (0,7-7,1 км·г<sup>-1</sup>) та повільного бігу (7,2-14,3 км·г<sup>-1</sup>) і на - 18% у режимі аеробного бігу (14,4-19,7 км·г<sup>-1</sup>) та - 6,6% у режимі швидкісного бігу (19,8-25,1 км·г<sup>-1</sup>). Футболісти з низькою градацією ФРНП під час матчу фізичну працездатність підтримували на - 40%, в основному, у режимі ходьби (0,7-7,1 км·г<sup>-1</sup>) та 42% повільного бігу (7,2-14,3 км·г<sup>-1</sup>). І, значно, менше використовували біговий режим швидкісного бігу (19,8-25,1 км·г<sup>-1</sup>) та спринту (більше 25,1 км·г<sup>-1</sup>), відповідно - 3,8 та 0,9%, що значно менше, ніж особи з високим рівнем ФРНП.

Отже, футболісти з високим рівнем ФРНП спеціальну фізичну працездатність під час гри досягали і підтримували шляхом більшого залучення швидкісних режимів забезпечення фізичної працездатності. Тоді як у обстежуваних атлетів з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості нервової системи участь цих швидкісних режимів була значно нижчою. У групі футболістів з середнім рівнем функціональної рухливості нервових процесів участь різних швидкісних режимів забезпечення спеціальної фізичної працездатності під час гри займали проміжне положення.

Таким чином, наведені результати кореляційного та порівняльного аналізу показали, що спеціальна фізична працездатність футболістів високої кваліфікації знаходиться у залежності від індивідуально-типологічних властивостей ЦНС. Індивідуально-типологічні властивості нервової системи, ФРНП визначають участь різних швидкісних режимів у забезпеченні фізичної працездатності футболістів. Встановлено, що футболісти у групах з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувались вищою спеціальною фізичною працездатністю, ніж особи з низькою досліджуваною типологічною властивістю ЦНС. Результати фізичної працездатності футболістів за характеристиками бігового режиму показали, що футболісти з високим рівнем ФРНП під час гри демонстрували більш високий рівень працездатності у режимі швидкісного бігу, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості. Футболісти з низьким рівнем типологічної властивості мали переваги фізичної працездатності у режимі повільного бігового режиму.

Основним узагальненням результатів цього підрозділу є те, що проведені дослідження встановили у висококваліфікованих футболістів існує зв'язок фізичної працездатності з індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. За наявності необхідних фізичних, антропометричних, функціональних та інших характеристик, особи з високою ФРНП досягали кращих результатів спеціальної фізичної працездатності під час офіційної гри,



ніж ті футболісти, у яких показники індивідуально-типологічних властивостей ЦНС були нижчими. Наявність зв'язку між індивідуально-типологічними властивостями нервової системи з фізичною працездатністю та характеристиками швидкісних режимів лягли в основу сформульованого нами узагальнення - типологічні властивості основних нервових процесів (ФРНП) проявляють генетичний вплив на спеціальну фізичну працездатність футболістів. З урахуванням наших даних і теоретичного аналізу наукових джерел існують вагомі підстави вважати, що футболісти з вище за середній та середнім рівнем ФРНП характеризувались високою спеціальною фізичною працездатністю, ніж особи з нижче за середнім рівнем досліджуваної типологічної властивості нервової системи ( $p < 0,033$ ), що забезпечує їм досягнення високих результатів у ігровій діяльності та у порівнянні з представниками з низькими градаціями типологічних властивостей.

Власне, удосконалення координаційних механізмів у структурах мозку, центрального та периферійного апарату, зміна лабільності, координації та засвоєння ритму відкриває можливості для підвищення ФРНП засобами фізичної культури та спорту. Враховуючи те, що типологічні властивості нервової системи є генетично детермінованими, слід звернути увагу і на той факт, що високий рівень досліджуваних властивостей основних нервових процесів у висококваліфікованих спортсменів може бути результатом природного добору. Імовірно, що у процесі багаторічного спортивного удосконалення відбувається відбір футболістів з високими показниками ФРНП і вибраковування тих, у кого ці властивості були низькими. Тому у футболістів високої кваліфікації представників з високим рівнем розвитку типологічних властивостей нервової системи було значно більше і саме це обумовило більш виражені характеристики спеціальної фізичної працездатності у більш високих швидкісних режимах.

Отже, індивідуально-типологічні властивості нервової системи функціональна рухливість складають нейродинамічну основу фізичної

працездатності у забезпеченні ігрової діяльності. Спеціальна фізична працездатність та її забезпечення у професійних футболістів знаходяться у залежності від рівня розвитку високо генетично-детермінованих властивостей основних нервових процесів.

На завершення цього підрозділу роботи можна зробити узагальнення:

- встановлені особливості фізичної працездатності футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. Для футболістів високого рівня кваліфікації виявили зв'язок функціональної рухливості нервових процесів та фізичної працездатності (об'єм виконаної бігової роботи). Коефіцієнт рангової кореляції  $R_{xy}$  між показниками ФРНП та рівнем фізичної працездатності футболістів високої кваліфікації становив - 0,36 ( $p < 0,027$ );

- встановлено, що футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувалися більш високим рівнем фізичної активності, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості;

- результати фізичної працездатності виявили, що футболісти з більш високою ФРНП демонстрували під час гри і більш високою працездатності у біговому режимі з високою швидкістю бігу, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості;

- футболісти з низьким рівнем типологічної властивості демонстрували більш високий рівень спеціальної фізичної працездатності у режимі бігу з низькою швидкістю бігу.

### **3.3. Характеристика функціональної реактивності кардіореспіраторної системи спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи**

#### **3.3.1. Зв'язок функціональної реактивності системи дихання та гемодинаміки з енергетичним метаболізмом спортсменів**

В задачу цього підрозділу входило – з'ясувати особливості функціональної реактивності кардіореспіраторної системи та енергетичного

метаболізму під час ігрової діяльності футболістів та за умови лабораторного тесту на велоергометрі.

В експерименті взяли участь 29 професійних футболістів високої кваліфікації. Дослідження було схвалене Комісією з біомедичної етики, а обстежувані були ознайомлені з метою дослідження і дали згоду. Визначали основні антропометричні показники: зріст, вагу, індекс маси тіла, максимальне споживання кисню ( $VO_{2max}$  мл/хв/кг), частоту серцевих скорочень (HR), артеріальний тиск (АТ), фізичну аеробну та анаеробну працездатність. HR реєстрували у стані спокою та під час виконання експериментального завдання з використанням пульсометра (Polar m400 HR, Polar O<sub>u</sub>, Фінляндія). Визначали середнє та максимальне HR для кожного обстежуваного [53., 121.].

Упродовж виконання фізичного навантаження та після нього у період відновлення з допомогою газоаналізатора Meta Max 3B, Cortex реєстрували поглинання кисню ( $VO_2$  мл/хв.-1/кг-1) та виділення вуглекислого газу ( $VCO_2$  мл/хв.-1/кг-1). Швидкість поглинання кисню організмом усереднювали за 30 с.  $VO_{2max}$ , визначали найбільше значення усереднених даних. Критерієм тривалості навантаження було досягнення відносної рівноваги газообміну, на що вказувала стабілізація кривих  $VO_{2max}$  і  $VCO_2$  max. Тривалість реєстрації показників газообміну у період відновлення визначалась часом досягнення вихідного рівня [77., 101.].

Для визначення фізичної працездатності та функціональної реактивності кардіореспіраторних систем, енергетичного метаболізму футболістів у лабораторних умовах проводили ступеневий велоергометричний тест. Обстежувані на велоергометрі “Монарк” виконували навантаження у діапазоні 400 – 1600 кГм/хв. Робота складалася з розминки та основної частини. Розминку проводили 5 хв., а основна робота включала 7-ступеневе фізичне навантаження 400 – 1600 кГм/хв.<sup>-1</sup>. Виконували тест зі ступеневим підвищенням навантаження. Починали з потужності – 400 кГм/хв.<sup>-1</sup> і кожні 2 хв підвищували навантаження на – 200 кГм/хв.<sup>-1</sup>. Навантаження тривало 2-хв і

чергувалось з 2 хв. відпочинком, а загальний час роботи не перевищував 30 хв. За показниками  $VO_{2max}$  та HR визначали ПАНО, вище якого розвивається метаболічний ацидоз. Початком метаболічного ацидозу вважали відносно уповільнення зростання  $VO_{2max}$  та HR у разі підвищення потужності роботи. Визначали ПАНО по «точці відхилення» за Конконі. Для всіх обстежуваних дотримувались єдиного режиму роботи. Показником для припинення тесту була втрата узгодженого функціонування різних систем і потужності та тривалості роботи досліджуваного. Це проявлялось у появі болю у м'язах, втомі дихальної мускулатури, надмірного підвищення АТ та HR, а також відмова спортсмена від подальшого виконання роботи. Реєстрували  $VO_{2max}$  та HR у стані спокою, перед роботою на початку велоергометричного тесту та упродовж виконання, знаходили середні і максимальні значення [65., 84., 159.].

У польових умовах під час проведення календарних ігор у чемпіонаті країни, Прем'єр-ліги з футболу 2018-2019 рр. за допомогою системи "Катапульта", GPSports Console version 1.7.0 та телепульсометра "Polar" (Elecpro OU, Finland) досліджували фізичну працездатність. Фізичну працездатність визначали за показниками довжини дистанції, яку футболісти пробігали за гру, середньої та максимальної швидкості бігу та HR за гру та у аеробних, аеробно-анаеробних, лактатних і алактатних режимах енергозабезпечення. Для визначення фізичної працездатності за гру та у різних режимах енергозабезпечення використовували "Катапульту", в програмне забезпечення якої вводили показники HR, що попередньо розраховували для АНП та аеробного, лактатного і алактатного метаболізму [65., 142.].

Дослідження проводили у лабораторних та польових умовах та визначали аеробні та анаеробні механізми енергозабезпечення. У лабораторних умовах, з допомогою велоергометричного тесту, визначали W,  $VO_{2max}$ , HR та АНП. У польових умовах для дослідження фізичної працездатності під час гри використовували GPSports системи і реєстрували довжину дистанції, яку футболісти пробігали за гру, швидкості бігу, середню та максимальну HR за гру

та аеробні, аеробно-анаеробні, лактатні і алактатні механізми енергозабезпечення.

Дослідження функціональної реактивності кардіореспіраторної системи та біоенергетичних характеристик починали дослідження на велоергометрі. Середня по команді потужність ( $W$ ) у футболістів становила – 1340,6 [1089,6; 1537,5] кГм/хв.<sup>-1</sup>, а швидкість поглинання кисню організмом ( $VO_{2max}$ ) – 58,3 [46,3; 64,6] мл/хв.<sup>-1</sup>/кг<sup>-1</sup>. Максимальна HR – 188,3 [183,3; 202,4] уд·хв<sup>-1</sup>.

Результати дослідження фізичної працездатності футболістів на кожній ступені велоергометричного тесту представлені у таблиці 3.17.

*Таблиця 3.17*

Число обстежуваних, які досягли максимального фізичного навантаження (%)

Досліджувані показники	Навантаження, кГм/хв. <sup>-1</sup>						
	400	600	800	1000	1200	1400	1600
$W$ , кГм/хв. <sup>-1</sup>	400	600	800	1000	1200	1400	1600
Число обстежуваних, %	100	100	100	93	83	53	3

З наведених даних видно, що гранична інтенсивність фізичної працездатності у футболістів дорівнювала – 1600 кГм/хв.<sup>-1</sup>. Гарантована потужність, яку досягли 100 % футболістів склала – 800 кГм/хв.<sup>-1</sup>, в той час як навантаження потужністю – 1000, 1200 та 1400 кГм/хв.<sup>-1</sup> змогли виконати, відповідно – 93, 83 та 53 % обстежуваних. Максимальну фізичну працездатність 1600 кГм/хв.<sup>-1</sup> змогли досягти тільки 3 % футболістів. Отже, гранична межа потужності фізичної роботи, яку виконують більшість футболістів становить – 1000-1400 кГм/хв.<sup>-1</sup>, що можна розглядати у якості нормативного тесту.

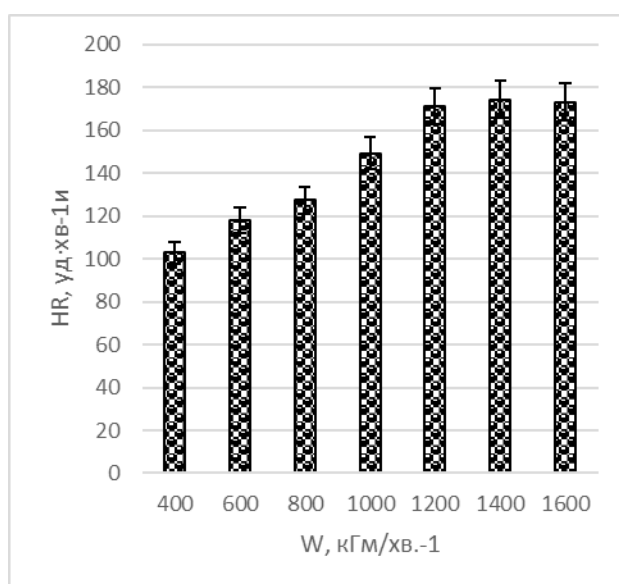
Характеристика показників HR та  $VO_{2max}$  за умови виконання велоергометричного тесту наведені у табл. 3.18.

Таблиця 3.18

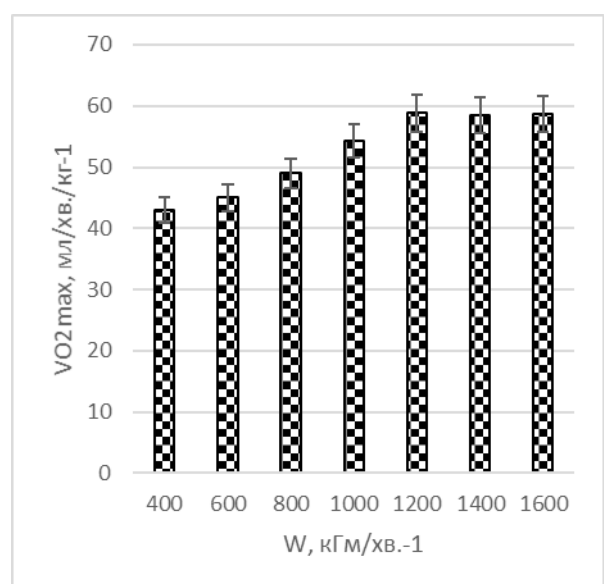
Результати фізичної працездатності та кардіореспіраторної системи за умови виконання зростаючого навантаження на велоергометрі

Показники	Навантаження, кгм/хв. <sup>-1</sup>						
	400	600	800	1000	1200	1400	1600
W, КГм/хв. <sup>-1</sup>	400	600	800	1000	1200	1400	1600
HR, уд·хв <sup>-1</sup>	102,9 [96;128]	118,0 [107;131]	127,5 [111;137]	149,3 [131;157]	171,3 [165;183]	174,4 [163;187]	173,2 [161;193]
VO <sub>2</sub> max, мл/хв./кг <sup>-1</sup>	43,0 [39; 48]	45,0 [37; 53]	49,0 [43;56]	54,3 [42; 62]	58,8 [43; 63]	58,4 [40; 62]	58,7 [42; 63]

Кореляційний аналіз досліджуваних показників виявив статистично вірогідний зв'язок між HR, VO<sub>2</sub>max та W при навантаженні – 400, 600, 800, 1000, 1200 кгм/хв.<sup>-1</sup>. Коефіцієнт кореляції становив 0,43-0,48 (p<0,01). Результати свідчать про те, що кисневотранспортна система організму знаходиться у зв'язку з інтенсивністю фізичного навантаження. Подальше зростання потужності велоергометричного навантаження до 1400 та 1600 кгм/хв.<sup>-1</sup> призвело до відносного уповільнення підвищення HR та зростання VO<sub>2</sub>max і появи «позначки відхилення», що вважається порогом анаеробного обміну, вище якого розвивається метаболічний ацидоз та швидке накопичення лактату крові (рис.3.12).



фізична працездатність



показники кардіореспіраторної системи

Рис. 3.12 Показники фізичної працездатності та кардіораспіраторної системи футболістів за умови зростаючого навантаження на велоергометрі.

Ми не отримали статистично значущої кореляції між показниками HR і  $VO_{2max}$ , та W у разі виконання тесту з потужністю 1400 та 1600 кГм/хв.<sup>-1</sup>. Відповідно, коефіцієнт кореляції –  $r=0,28-0,34$  ( $p>0,05$ ).

Отже, потужність роботи – 1200 кГм/хв.<sup>-1</sup> і HR на рівні – 161,3 уд·хв.<sup>-1</sup>, а  $VO_{2max}$  58,8 мл/хв./кг<sup>-1</sup>, можна вважати точкою АнП, вище якої в організмі футболістів розвиваються метаболічні процеси, що пов'язані з переважанням анаеробних механізмів енергозабезпечення і починає швидко накопичуватися лактат [69.].

У подальшому за результатами HR 161,3 [155;173] уд·хв.<sup>-1</sup>,  $VO_{2max}$  58,8 [43; 64] мл/хв./кг<sup>-1</sup>, та значення максимальної потужності на рівні 1340,6 [1089,6; 1537,5] кГм/хв., які отримані на АнП, дозволили виділити для команди режими енергозабезпечення організму футболістів. Визначення біоенергетичних режимів здійснили методом сигмальних відхилень. Виділили 5 метаболічних режимів: з показниками нижче за середній ( $<M-0,5\sigma$ ), середній ( $M-0,5\sigma - M+0,5\sigma$ ) та вище за середній ( $>M+0,5\sigma$ ) рівень HR та  $VO_{2max}$ . Результати розподілу на біоенергетичні режими за HR показали, що для змішаного аеробно-анаеробного режиму енергозабезпечення у футболістів відповідає HR у діапазоні 156,2-166,3 уд·хв.<sup>-1</sup>, а аеробного режиму – 145,2–156,7 уд·хв.<sup>-1</sup>. Для футболістів з HR у межах 167,1–176,7 уд·хв.<sup>-1</sup>, характерним є пульс вищий за АнП і може вказувати на домінування лактаcidного механізму енергозабезпечення. Для HR, який перевищував величину – 176,7 уд·хв.<sup>-1</sup> виділений алактатний, а нижче за – 145,2 уд·хв.<sup>-1</sup> – відновний аеробний режим енергозабезпечення.

Визначені 5 біоенергетичних режимів у подальшому були введені у програму системи «Catapult» та досліджена фізична працездатність футболістів під час гри у різних метаболічних режимах.

За допомогою GPSports-системи визначали та аналізували загальну та спеціальну фізичну працездатність, а за показниками об'єму виконаної роботи та довжини дистанції у метрах, яку футболісти пробігали за гру, участь аеробних, аеробно-анаеробних, лактатних і алактатних механізмів енергозабезпечення, середню швидкість бігу, середню HR та реєстрували пік HR для кожного спортсмена.

На рисунку 3.13 представлені результати фізичної працездатності футболістів у різних режимах енергозабезпечення під час серії календарних ігор.

Результати дослідження, з використанням телеметричної системи GPSports показали, що для команди в цілому фізична працездатність за показниками об'єму виконаної роботи та довжиною дистанції упродовж гри становила –  $1007,1 \pm 121,4$  м.

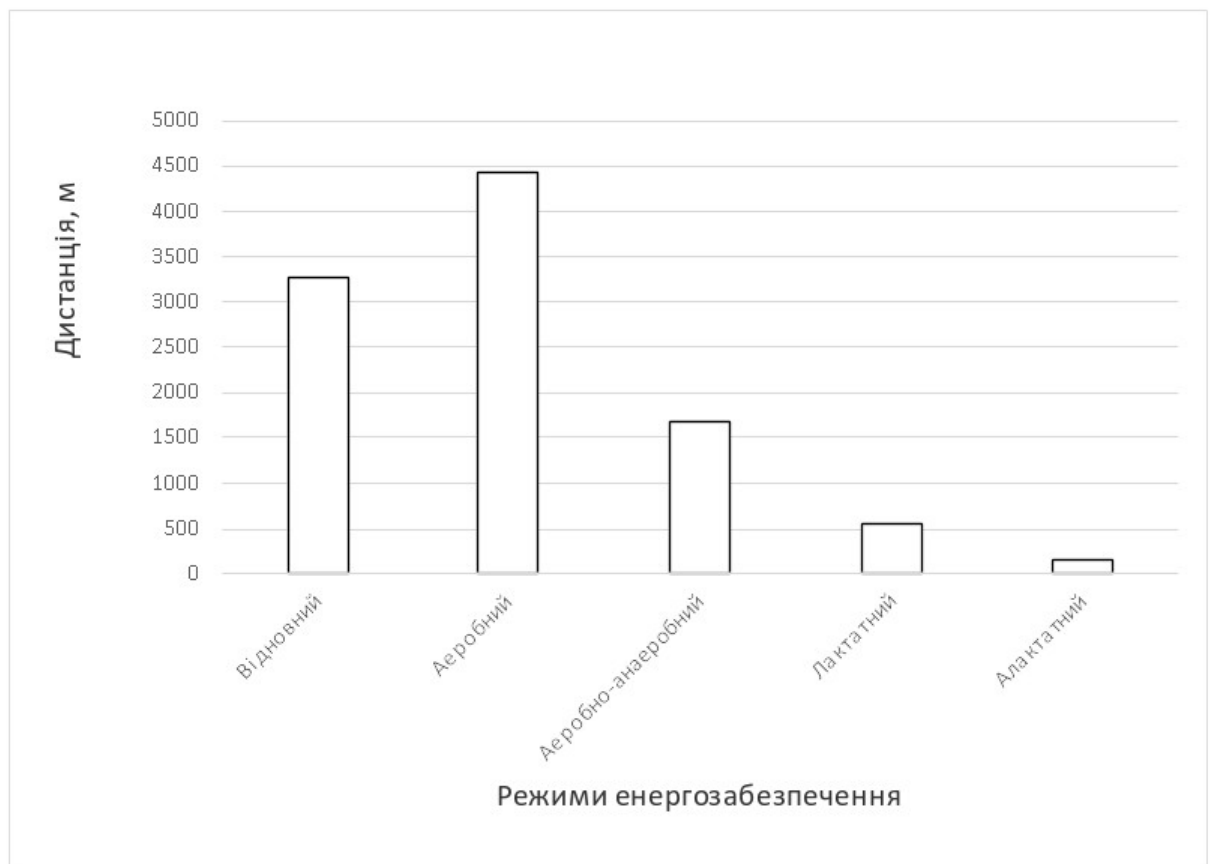


Рис. 3.13 Об'єм бігової роботи (м) під час гри у різних режимах енергозабезпечення футболістів.



Висока фізична працездатність у футболістів за показниками довжини дистанції, яку спортсмени долали за гру була встановлена у аеробному режимі енергозабезпечення. У цьому режимі футболісти за 90 хв. гри пробігли в середньому –  $4415,6 \pm 93,8$  м. У змішаному аеробно-анаеробному режимі енергозабезпечення фізична працездатність футболістів команди була дещо менша, ніж у аеробному режимі і дорівнювала –  $1680,0 \pm 44,3$  м. Низька фізична працездатність футболістів виявилась для алактатного режиму енергозабезпечення і становила всього –  $155,6 \pm 5,7$  м. за гру. Проміжне положення займали значення спеціальної працездатності футболістів у анаеробному лактацидному –  $551,3 \pm 8,4$  м режимі енергозабезпечення.

Цікавими, як нам представляється, є результати структури фізичної працездатності під час ігрової діяльності футболістів високої кваліфікації за відносними показниками різних режимів енергозабезпечення (рис. 3.14).

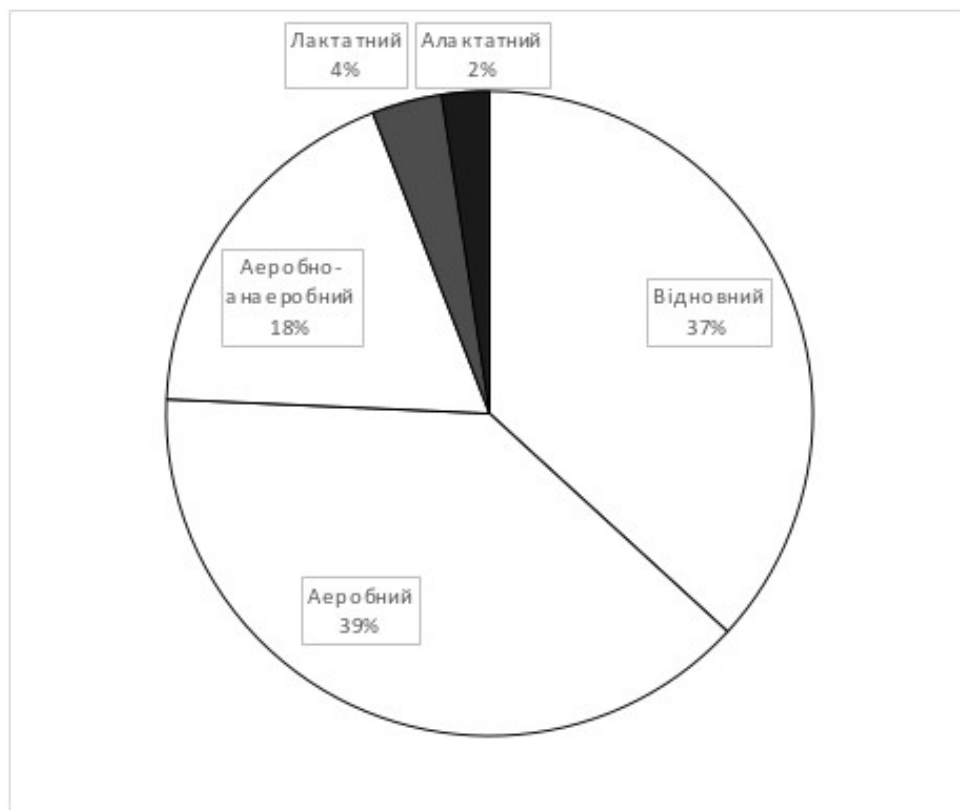


Рис. 3.14 Структура енергозабезпечення (%) фізичної працездатності футболістів у різних режимах енергозабезпечення.

Так, 43,8 % гри футболісти проводили у аеробному, а 32,4 % нижче аеробного порогу енергозабезпечення. В цих режимах енергозабезпечення футболісти пробігали більше ніж – 7500 м. У змішаному аеробно-анаеробному, режимі енергозабезпечення тривалість ігрової діяльності становила 17 %. У цьому режимі енергозабезпечення футболісти виконували об'єм роботи, який дорівнював – 1680 м. І, невелика частка ігрової діяльності – 1,6 % і 5,6 % відповідно, здійснювалась футболістами за рахунок алактатних і лактатних механізмів енергозабезпечення.

Таким чином, на основі результатів дослідження характеристик HR,  $VO_{2max}$  та W, а також контролю за стану фізичної працездатності під час гри з допомогою GPS-систем ми можемо оцінити участь різних біоенергетичних механізмів у забезпеченні фізичної працездатності футболістів. Вважаємо, що критеріями управління функціональною підготовленістю та фізичною працездатністю можуть виступати як показники фізичної, технічної, функціональної реактивності футболістів, ігрове амплуа гравців, типи статури, біологічний вік, індивідуальні особливості так і, особливості анаеробного та анаеробного механізмів енергетичного метаболізму [91., 99., 100., 149.].

З результатів, що наведені у цьому підрозділі можна зробити узагальнення про особливостей енергетичного забезпечення фізичної працездатності футболістів. Встановили, що домінуючою енергетичною системою в умовах ігрової діяльності є аеробна система. Її внесок у загальну фізичну працездатність футболістів становить – 76 %, тоді як на аеробно-анаеробні механізми припадає – 17 %. Найменший внесок у фізичну працездатність футболістів під час гри здійснювали анаеробні лактатні та алактатні механізми енергозабезпечення, відповідно – 5,6 % і 1,6 %.

Встановили зв'язок фізичної працездатності та біоенергетичних характеристик анаеробного та аеробного забезпечення. Коефіцієнт кореляції між довжиною дистанції під час гри і показників, які отримані на рівні АНП під

час велоергометрії, з характеристиками  $W$  становив  $r = 0,43$  ( $p < 0,032$ ),  $VO_{2max}$ , -  $r = 0,41$  ( $p < 0,027$ ), а з результатами HR -  $r = 0,37$  ( $p < 0,047$ ).

Отримані в ході лабораторних досліджень характеристики HR,  $VO_{2max}$ ,  $W$  та показники фізичної працездатності у різних режимах енергозабезпечення під час гри є інформативними критеріями щодо оцінки функціонального стану спортсмена, фізичної працездатності та функціональної реактивності і можуть бути використані з метою управління тренувальним процесом, а також прогнозу ігрової діяльності футболістів.

### **3.3.2. Структурно-функціональні характеристики міокарду спортсменів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів**

Важливість та актуальність вивчення адаптації організму спортсмена до тренувальних і змагальних навантажень в сучасних умовах обумовлена постійно зростаючими вимогами до їх морфо-функціональних і психічних можливостей [73., 75., 100.]. Тому подальше вивчення зв'язку між функціональними характеристиками серцево-судинної системи за ЕХО-показниками з індивідуально-типологічними властивостями нервової системи обумовлено теоретичною та практичною необхідністю.

Аналіз літератури показав, що вагому роль у підготовці футболістів, поряд з високим рівнем техніко-тактичної підготовленості, відіграє швидкісно-силова витривалість, а також загальна витривалість [88.]. Зазначене свідчить про важливу роль, яку може відігравати кардіореспіраторна реактивність та відповідне кровопостачання м'язів за рахунок функції серця, факторів що забезпечують максимальне споживання кисню (МСК,  $мл \cdot кг^{-1} \cdot хв^{-1}$ ), а отже, і фізичної працездатності футболістів [75.]. Найбільше значення у забезпеченні організму киснем має збільшення ХОК, що реалізується за рахунок максимальної мобілізації резервів серцево-судинної системи [94., 159.]. Саме ця система може бути обмежувальною ланкою транспорту кисню до м'язів [65., 67.].

Разом з тим фахівці у психофізіології, віковій, спортивній фізіології та праці, превентивній медицині вважають, що функціональні показники роботи серця мають достатньо стійкі індивідуальні особливості [25., 91.]. Це дає достатньо підстав припустити, що функціональні властивості серця та карідореспіраторана реактивність у футболістів можуть бути зв'язані з індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. Серед чисельних характеристик індивідуально-типологічних властивостей нервової системи особливу зацікавленість має уява про функціональну рухливість нервових процесів розвинута М.В. Макаренком [59., 62.]. Передбачали, що ФРНП може знайти відображення не тільки у кількості переробленої інформації, а і в особливостях гемодинамічних характеристик серця. Припустили, що спортсмени з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи можуть відрізнятися за характеристиками ЕХО-кардіоскопії серця.

Усе зазначене вище обумовило мету дослідження. Ми намагалися встановити зв'язок між індивідуально-типологічними властивостями нервової системи та функціональною реактивністю серця за показниками ЕХО-кардіоскопії у елітних футболістів.

Індивідуально типологічні відмінності та властивості основних нервових процесів визначали за методикою М.В. Макаренко [59.] із застосуванням комп'ютерної системи «Діагност-1». Обстежено 64 футболісти високої кваліфікації 19-26 років. Для порівняння результатів були проведені аналогічні дослідження на 73 спортсменах, які спортом не займаються. Оцінку стану властивості основних нервових процесів проводили за показником ФРНП. Визначали швидкість, кількість і якість пред'явленої та переробленої зорово-моторної інформації з диференціювання позитивних і гальмівних сигналів в режимах «зворотній зв'язок».

Натще, у положенні лежачи після 10-хв. адаптації до умов реєстрації записували кардіографію та реєстрували HR. Фонові показники реєстрували

останні 5 хв. запису. Надалі запис кардіоінтервалів проводили під час гри за допомогою телеметричної системи та пульсометра «Polar» (Electro OU, Finland). У стані спокою ЕХО-кардіоскопом на апарату SIEMENS ACUSON X 300 здійснювали дослідження та аналіз структурно-функціонального стану серця. Визначали показники насосної функції серця: кінцевий діастолічний діаметр (КДД, мм) та систолічний діаметр (КСД, мм) кінцевий діастолічний об'єм (КДО, мл) та систолічний об'єм (КСО, мл), фракцію викиду (ФВ, %), хвилинний об'єм крові (ХОК, л), серцевий індекс (СІ, л·хв<sup>-1</sup>·м<sup>2</sup>), ударний об'єм крові (УОК, мл), ударний індекс (УІ, мл·м<sup>2</sup>) індекс скоротливості міокарда (ІС, %), а також масу лівого шлуночка (МЛШ, г). Результати опрацьовані статистичними програмами Statgraphics, Microsoft Excel.

Для встановлення зв'язку між функціональними характеристиками серцево-судинної системи, ЕХО-кардіоскопічними показниками КДО, КСО, СВ і ФВ у футболістів високої кваліфікації та не спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи провели дослідження та визначили рівень ФРНП. Встановили, що футболісти високої кваліфікації характеризувались більш високим рівнем ФРНП, ніж їх однолітки не спортсмени. Дослідження функціональних характеристик роботи серця ехокардіоскопічним методом виявили значно вищі значення показників КДО, КСО, СВ та ФВ у групі футболістів, ніж у осіб не спортсменів (табл.3.19).

Таблиця 3.19

Результати дослідження функціональних характеристик серця за ехокардіоскопічними показниками у футболістів та не спортсменів

Групи досліджуваних	Досліджувані показники			
	КДО, мл	КСО, мл	СВ, мл	ФВ,%
Футболісти, (n=64)	96,0 ± 1,33	43,7 ± 1,10	82,1 ± 10,4	64,1 ± 0,48
Не спортсмени, (n=73)	73,3 ± 1,53	37,7 ± 1,16	56,7 ± 1,15	37,7 ± 0,98
Рівень значущості відмінностей, P	0,042	0,038	0,043	0,037

В результаті дослідження встановлено, що показники, які характеризують роботу серця: КДО, КСО, СВ та ФВ у кваліфікованих футболістів значно перевищують значення у нетренованих чоловіків тієї ж вікової групи ( $p = 0,037 - 0,043$ ). Збільшення СВ у відповідь на тренувальні навантаження, що спрямовані на розвиток витривалості автори пов'язують зі збільшенням як розмірів серця (що відбувається внаслідок дилатації та гіпертрофії), так і сили серцевих скорочень [65., 67., 73., 83.]. Дилатація камер серця обумовлює збільшення кінцево-діастолічного об'єму, що, відповідно закону Франка-Старлінга, спричиняє більш потужні скорочення міокарду.

Кореляційний аналіз не виявив зв'язок у групі спортсменів з жодним з функціональним показником серця. Так, значуща кореляція між КДО, КСО і СВ та типологічною властивістю ФРНП була відсутня і становила  $p = 0,063 - 0,067$ . Тоді як у групі не спортсменів коефіцієнти кореляції між ФРНП і КДО, КСО, СВ та фракцією викиду ФВ, % були у межах значущих величин ( $p = 0,033 - 0,048$ ).

Методом кластерного аналізу обстежувані футболісти та не спортсмени були поділені на 3 підгрупи. Результати досліджень функціональних характеристик роботи серця за ЕХО-кардіоскопічним методом у групах футболістів з різною градацією індивідуально-типологічних характеристик представлені у таблиці 3.20.

За ЕХО-кардіоскопічними показниками КДО, КСО, СВ та ФВ у групі футболістів з високим, середнім та низьким рівнем ФРНП не виявили статистично значущих відмінностей ( $p > 0,05$ ).

Отже, для футболістів за показниками ЕХО-крандіографії встановили відсутність вірогідних різниць середніх значень функціональних показників серця КДО, КСО, СВ та ФВ у групах з різними градаціями індивідуально-типологічних властивостей ЦНС, як і відсутність кореляційного зв'язку ( $r = 0,21 - 0,27$ ;  $p = 0,063 - 0,078$ ) між ними.

*Таблиця 3.20*

Результати ЕХО-кардіоскопічних показників КДО, КСО, СВ та ФВ у футболістів з різними рівнями функціональної рухливості нервових процесів

Рівні ФРНП, вірогідність різниці	Досліджувані показники			
	КДО, мл	КСО, мл	СВ, мл	ФВ, %
В	96,0±1,19	44,7±1,12	81,2 ± 7,3	65,7±0,67
С	97,0±1,34	43,7±1,09	81,7 ± 9,4	64,1±0,47
Н	95,0±1,23	42,7±1,07	83,7±10,1	66,3±0,53
В – С	p = 0,064	p = 0,062	p = 0,084	p = 0,064
С – Н	p = 0,057	p = 0,084	p = 0,071	p = 0,054
В- Н	p = 0,066	p = 0,074	p = 0,064	p = 0,075

Результати можуть свідчити, що гемодинамічні показники серця у висококваліфікованих футболістів є самостійними і автоматизованими властивостями організму, які реалізуються без особливої участі вищих відділів нервової системи. Дослідження функціональних характеристик роботи серця за ЕХО-кардіоскопічним методом у групі не спортсменів з різною градацією індивідуально-типологічних характеристик представлені у таблиці 3.21.

Таблиця 3. 21

Результати ехокардіоскопічного дослідження у не спортсменів з різними рівнями функціональної рухливості нервових процесів

Рівні ФРНП, вірогідність Різниці	Досліджувані показники			
	КДО, мл	КСО, мл	СВ, мл	ФВ, %
В	74,3±1,46	39,5±1,08	58,3±1,10	38,1±1,12
С	72,3±1,67	36,5±1,14	57,8±1,12	37,3±1,08
Н	69,3±1,56	36,2±1,18	53,6±1,15	40,1±1,18
В – С	p = 0,057	p = 0,053	p = 0,073	p = 0,074
С – Н	<b>p = 0,037</b>	p = 0,073	<b>p = 0,041</b>	<b>p = 0,033</b>
В- Н	<b>p = 0,026</b>	<b>p = 0,034</b>	<b>p = 0,035</b>	p = 0,076

Примітка. Жирним шрифтом виділені статистично значущі різниці між В-високим, С – середнім та Н- низьким рівнем типологічних властивостей.

За ЕХО-кардіоскопічним показниками КДО, КСО, СВ та ФВ у групі не спортсменів з високим, середнім та низьким рівнем ФРНП виявили статистично значущі відмінності ( $p = 0,026 - 0,041$ ). Обстежувані з високим рівнем ФРНП характеризувались і більш високим значеннями КДО, КСО, СВ та ФВ, ніж обстежувані з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості. У не спортсменів встановили кореляції на рівні ( $r = 0,37 - 0,56$ ;  $p = 0,024-0,036$ ) між досліджуваними перемінними, як і статистично вірогідні різниці середніх значень КДО, КСО, СВ та ФВ, що вказує на залежність ЕХО-кардіоскопічних показників серця від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи.

Отже, встановлено зв'язок функціональної реактивності серця і індивідуально типологічних властивостей нервової системи у не спортсменів і відсутність такого зв'язку у висококваліфікованих футболістів. Це може свідчити на користь того, що у спортсменів відбувається послаблення впливу індивідуально-типологічних властивостей нервової системи на автономні механізми регуляції роботи серця. Імовірно, що в процесі багаторічного тренування та професійного відбору у футболістів функціональні резерви серця поступово відходять від регуляторного впливу вищих відділів нервової системи і переходять на більш економні, автономні механізми. Імовірно у стані спокою відсутність зв'язку між індивідуально-типологічними властивостями нервової системи і функціональними показниками роботи серця КДО, КСО, СВ та ФВ можуть бути обумовлені двома чинниками. По-перше тим, що у процесі довгострокових адаптаційних перебудов структури серцевого циклу, під впливом багаторічного тренувального процесу та відбору до команди високого рівня кваліфікації залучаються спортсмени з високим рівнем функціональних можливостей серця і типологічних властивостей нервової системи. Тому індивідуальні різниці і кореляційні зв'язки між ними сгладжуються. З іншого боку, відсутні різниці ЕХО-кардіоскопічних показників у групах з різними градаціями ФРНП так і кореляції можуть свідчити на користь того, що розвиток



досліджуваних типологічних і гемодинамічних властивостей у висококваліфікованих футболістів досягає максимальних межових значень і резервних можливостей, що нівелює індивідуальні відмінності. Разом з тим, у не спортсменів встановили кореляції між досліджуваними перемінними і статистично вірогідні різниці середніх значень КДО, КСО, СВ та ФВ для груп з різними градаціями властивостей ФРНП, що вказують на залежність гемодинамічних показників серця від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи.

Таким чином, з наведених результатів можна зробити узагальнення стосовно того, що для елітних футболістів у стані спокою не встановили вірогідних різниць середніх значень функціональних показників роботи серця КДО, КСО, СВ та ФВ у групах з різними градаціями індивідуально-типологічних властивостей нервової системи, як і кореляційного зв'язку ( $r = 0,21 - 0,31$ ;  $p=0,063 - 0,078$ ) між ними. Результати свідчать, що гемодинамічні показники серця у висококваліфікованих футболістів у стані спокою є самостійними властивостями організму і представляють автоматизовані відповіді, які реалізуються без особливої участі вищих відділів мозку.

У не спортсменів встановили кореляції на рівні ( $r= 0,39 - 0,56$ ;  $p=0,024-0,046$ ) між досліджуваними перемінними, як і статистично вірогідні різниці середніх значень КДО, КСО, СВ та ФВ для груп не спортсменів з різними градаціями властивостей ФРНП вказує на залежність гемодинамічних показників від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Встановлений зв'язок гемодинамічних показників серця і індивідуально-типологічних властивостей нервової системи у не спортсменів і відсутність такого зв'язку у висококваліфікованих футболістів свідчить на користь того, що у спортсменів відбувається поступове послаблення впливу на автономні механізми регуляції роботи серця вищих відділів мозку, а саме ФРНП. Можна припустити, що в умовах ігрової діяльності такий зв'язок між реактивними властивостями серця і типологічними властивостями нервової системи таки

існує. Але, провети дослідження і довести наявність такого звязку в умовах фізичного навантаження з використанням ЕХО-кардіографа не предствляється можливим. Тому, у подальшому ми пішли іншим шляхом і провели дослідження функціональної реактивності кисневотранспортної системи спортсменів за умови виконання навантаження зі ступінчатоподібним підвищенням швидкості бігу (підрозіл 3.3.3) та використали показники HR, Q, CO,  $V_E$ ,  $VO_{2,max}$  та HLa, які також характеризують резервні та реактивні властивості кардіореспіраторної системи у спортсменів-футболістів.

Підвищення функціональних показників роботи серця КДО, КСО, СВ та ФВ у футболістів імовірно пов'язана зі зміною співвідношення окремих фаз серцевого циклу: скороченням тривалості періоду напруження та подовженням періоду вигнання відносно тривалості загальної систоли та подовженням тривалості діастоли відносно тривалості серцевого циклу. Найбільш економічна та продуктивна насосна функція та реактивність серця притаманна футболістам з високим рівнем ФРНП, що проявляється в більших величинах серцевого викиду.

### **3.3.3. Дослідження функціональної реактивності кардіореспіраторної системи спортсменів за умови виконання навантаження з ступінчастою підвищенням швидкості бігу**

Важливим для цього підрозділу роботи є те, що дослідження та оцінка функціональної реактивності проводилась у тестах, які у більшій мірі відповідали характеру рухової активності футболіста. Тому функціональну реактивність кардіореспіраторної системи досліджували у польових умовах з використанням човникового бігу. За таких умов досягається найвищий рівень спеціальної фізичної працездатності і залучаються необхідні, специфічні м'язові групи, а кардіореспіраторні показники досягають стабілізації (steady state). Більш того перевагу ми віддали польовому тесту так як відповідно до

протоколу дослідження навантаження на спортсмена зростає за рахунок підвищення швидкості бігу, а не кутом підйому полотна доріжки на тредмілі.

Мета дослідження цього підрозділу була - визначити реактивність та функціональні можливості кардіореспіраторної системи спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи за результатами виконання тесту зі ступеневим зростанням швидкості бігу.

Реактивні можливості футболістів визначались за функціональними показниками системи дихання та кровообігу та лактату крові у відповідь на виконання тестового навантаження. Дослідження проводили з використанням інструментальної бази НДІ фізіології ім. М.Босого Черкаського національного університету у легкоатлетичному манежі СДЮШОР м. Черкас. Було обстежено 30 футболістів. Обстеження проводили з використанням човникового тесту зі ступінчато-подібним підвищенням швидкості бігу, без інтервалів відпочинку. Під час тестування футболісти виконували ходьбу та біг між двома фішками, які знаходилися на відстані 20 м. Швидкість ходьби та бігу задавалась звуковим сигналом зі зростаючим ритмом. Виконання тесту припиняли коли спортсмен двічі не встигав добігти до фішки. Тривалість тестування була 15-20 хв. і залежала від індивідуальних можливостей обстежуваного. Додатковий час витрачали на підготовку до тестування (5 - 7 хв.).

Програма дослідження складалась: реєстрували показники за 1 хв. у стані спокою сидячи, 2 хв. – стоячи, 3-4 хв. - човникова ходьба зі швидкістю 5 км·год<sup>-1</sup>, 5-20 хв - неперервний човниковий біг з поступово зростаючою швидкістю (кожну хв. швидкість зростала на 0,5 км·год<sup>-1</sup>, початкова - 10 км·год<sup>-1</sup>) і до «відмови». Відновлення відбувалось зі швидкістю 5 км·год<sup>-1</sup> до ЧСС - 120 уд·хв<sup>-1</sup>. Індивідуальний рівень функціональної реактивності визначався за показниками ергометрів, газоаналізу, пульсометрії та лактатметрії. Кардіореспіраторні можливості спортсменів досліджували з допомогою портативного газоаналізатора Oxycon Mobile фірми Jaeger (Німеччина), який забезпечував телеметричну реєстрацію даних.

Упродовж усього часу проведення дослідження по кожному спортсмену формувалася масив даних діяльності системи дихання та кровообігу по 10-секундним усередненням. Під час тесту і після його закінчення реєстрували функціональні показники: час тестування (хв.), хвилинний об'єм дихання (ЛВ л·хв<sup>-1</sup>) і частота дихання (ЧД, дихан·мин<sup>-1</sup>), споживання кисню (VO<sub>2</sub>, мл·мин<sup>-1</sup>, мл·мин<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>), виділення вуглекислого газу (VCO<sub>2</sub>, мл·хв<sup>-1</sup>, мл·мин<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>), дихальний коефіцієнт (ДК), частота серцевих скорочень (HR, уд·хв<sup>-1</sup>), ударний об'єм серцевого викиду (УОК, мл·хв<sup>-1</sup>), хвилинний об'єм крові (ХОК, л·хв<sup>-1</sup>), лактат (HLa) на 1 і 3 хв. відновлення.

За результатами виконання нейродинамічного тесту визначали індивідуально-типологічні властивості нервової системи та рівні ФРНП.

Фізична працездатність футболістів під час виконання човникового тесту зі ступінчато-подібним підвищенням швидкості бігу оцінювалась за показниками тривалості виконання навантаження (Т, хв), потужність роботи W у ватах (Вт, Вт·кг) та середньої швидкості бігу (V, км·год). Результати фізичної працездатності у футболістів за умови виконання човникового тесту зі ступеневим зростанням швидкості бігу представлені у табл. 3.22.

Таблиця 3.22

Фізична працездатності спортсменів (n=30) за результатами виконання човникового тесту зі ступеневим зростанням швидкості бігу

Статистичні показники	Показники фізичної працездатності			
	Час роботи Т, хв.	Потужність		Швидкість, V, км·год
		W, Вт	W, Вт·кг	
Min	7,49	184	2,0	12
Max	9,54	266	3,0	15
M	9,06	218	2,8	13,9
σ	0,9	18,7	0,1	0,7
m	0,24	3,81	0,02	0,13
CV	3,5	8,5	4,7	4,9

Визначили, що середня тривалість бігу спортсменів у тесті з поступово зростаючою швидкістю становила  $9,06 \pm 0,24$  хв., а потужність роботи –  $218,0 \pm 3,81$  Вт. Середня швидкість бігу, яку спортсмени розвивали під час виконання тесту дорівнювала  $13,9 \pm 0,13$  км/год. Наведені результати свідчать про високий рівень фізичної працездатності обстежуваних спортсменів.

У стані спокою та під час виконання човникового тесту зі ступеневим зростанням швидкості бігу досліджували функціональну реактивність кардіореспіраторної системи футболістів за показниками HR, Q, УОК,  $V_E$ ,  $VO_{2,max}$  та HLa результати яких представлені у таблиці 3.23.

Таблиця 3.23

Рівень реакції кардіореспіраторної системи спортсменів (n=30) на навантаження зі ступеневим зростанням швидкості бігу

Статистичні показники	Функціональні показники						
	HR уд·хв	Q л.хв <sup>-1</sup>	УОК мл	$V_E$ л. хв <sup>-1</sup>	$VO_{2,max}$ мл.кг <sup>-1</sup> хв <sup>-1</sup>	$VCO_2$ мл.кг <sup>-1</sup> хв <sup>-1</sup>	HLa, ммоль. л <sup>-1</sup>
Min	176,6	20	98	127,6	47	48	6,8
Max	209,3	32	171	184,6	69	68	14,5
M	188,4	28	152	153,9	59,0	60,0	10,7
$\sigma$	8,2	2,5	16,3	16,2	5,6	5,8	2,2
M	1,69	0,52	3,32	3,3	1,13	1,18	0,64
CV	4,3	8,9	10,7	10,5	9,4	9,3	13,3

Максимальне поглинання кисню є важливим показником, який визначає аеробні можливості спортсмена і у найбільшій ступені зв'язані з фізичною працездатністю та витривалістю футболістів. Величина  $VO_2$  характеризує найбільшу кількість кисню, яку спортсмен здатний утилізувати у процесі дихання.

Нами у підрозділі 3.2 було показано, що під час проведення офіційного матчу футболісти більшість ігрової активності підтримували у режимі аеробного метаболізму. Тому величина  $\dot{V}O_2$ , характеризує не тільки потужність аеробного метаболізму та функціональну реактивність кардіореспіраторної системи, а і є найбільш важливим показником, який обумовлює здатність футболіста виконувати ігрові завдання .

Величина  $\dot{V}O_2$ , може бути зручним індикатором, який вирізняє команди за рівнем підготовленості та характеризує фізичну працездатність і функціональну реактивність команди та окремого футболіста. Вважають, що команди та спортсмени, які досягають кращих результатів мають і більші величини  $\dot{V}O_2$  . Більше того, величина  $\dot{V}O_2$ , є чутливим критерієм фізичної працездатності за умови тренувальних навантажень які спрямовані на підвищення витривалості. Величина  $\dot{V}O_2$ , також зв'язана з загальною кількістю роботи, яку гравець виконує на полі під час гри. У наших дослідженнях було встановлено, що за умови виконання човникового тесту зі ступеневим зростанням швидкості бігу футболісти поглинали  $\dot{V}O_2$ , у межах 47 – 69  $\text{мл}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}$  при середньому значенні  $59,0 \pm 1,13 \text{ мл}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}$ , що відповідало потужності роботи -  $218,0 \pm 3,81 \text{ вт}$ , та розвивали швидкість човникового бігу –  $13,9 \pm 0,14 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$ . Крім того, величина  $\dot{V}O_2$ , характеризує і функціональні можливості кардіореспіраторної системи футболістів. У тих спортсменів у яких  $\dot{V}O_2$ , був високим у них спостерігали і високі значення кардіореспіраторної системи HR, Q, УОК,  $V_E$ ,  $\dot{V}O_{2,\text{max}}$ , а також потужність та тривалість роботи.

Аналіз результатів наведених у табл.2 показав, що високі значення  $\dot{V}O_2$ , у футболістів узгоджувались і з іншими високими показниками кардіореспіраторної системи HR – ( $188,0 \pm 1,69$ ,  $\text{уд} \cdot \text{хв}$ ), Q ( $28,0 \pm 0,52$ ,  $\text{л} \cdot \text{хв}$ ), УОК ( $153,9 \pm 3,32 \text{ мл}$ ) та  $V_E$  ( $154 \pm 3,32 \text{ л} \cdot \text{хв}$ ), що були зареєстровані під час виконання човникового бігу. Спеціалісти в галузі фізіології вважають, що для ефективного виступу на міжнародному рівні футболісти повинні мати величину  $\dot{V}O_2$  на рівні  $60 \text{ мл} \cdot \text{хв} \cdot \text{кг}$  [75.]. У кваліфікованих футболістів виявлено високий рівень

аеробних можливостей. Рівень МСК у футболістів прем'єр-ліги в середньому становить –  $61,27 \text{ мл}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}$ , у футболістів провідних закордонних команд –  $67,05 \text{ мл}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}$ , що відповідає рівню МСК у спортсменів, які спеціалізуються у велоспорті, академічному веслуванні, лижних перегонах та бігу на середні і довгі дистанції [172.].

У попередніх підрозділах (3.2) ми встановили, що футболісти за гру до 30% виконують роботу у анаеробному режимі енергетичного забезпечення тому вкрай важливо було дослідити стан фізичної працездатності та функціональної реактивності спортсмена і за показниками  $VCO_2$  та  $HLakt$ . Необхідно звернути увагу на те, що величина  $VO_2$  вказує на функціональні можливості аеробних систем у спортсмена, а  $VCO_2$  та  $HLakt$  характеризує працездатність та функціональні можливості анаеробного метаболізму. Тому ми проаналізували результати дослідження  $VCO_2$  та  $HLa$  під час виконання човникового тесту. Встановили, що обстежувані футболісти характеризувались високими значеннями  $VCO_2$ , -  $48 - 68 \text{ мл}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}$ . Середнє значення цього показника дорівнювало –  $60,0 \pm 1,18 \text{ мл}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}$ . Показник лактату на 3-й хвилині відновлення після виконання тесту з поступовим підвищенням швидкості бігу у обстежуваних коливались межах  $6,8 - 14,5 \text{ ммоль}^{-1} \cdot \text{л}$ , а середнє значення цього показника по групі -  $10,7 \pm 0,67 \text{ ммоль}^{-1} \cdot \text{л}$ .

З метою встановлення зв'язку функціональної реактивності футболістів з характеристиками індивідуально - типологічних властивостей ЦНС ми провели розрахунки і зіставлення індивідуальних кількісних і якісних результатів реактивності кардіореспіраторної системи за умови виконання човникового бігу зі ступеневим зростанням його швидкості у групах спортсменів з різними градаціями ФРНП. Перш за все ми встановили середній рівень ФРНП. Для наших обстежуваних ФРНП становив -  $62,6 \pm 0,56 \text{ с}$ . Самий високий показник ФРНП дорівнював -  $55 \text{ с}$ , а низький –  $68 \text{ с}$ . Методом сигмальних відхилень обстежуваних за показником ФРНП розподілили на три групи: з нижче за середній ( $<M-0,5\sigma$ ), середній ( $M-0,5\sigma - M+0,5\sigma$ ) та вище за середній ( $>M+0,5\sigma$ )

рівень ФРНП (табл. 3.2). З'ясували, що серед висококваліфікованих футболістів - 30,2% обстежуваних віднесені до групи з вище за середній показник ФРНП і виконували завдання по переробці 120 сигналів за 55 - 58 с., 42,0% - увійшли до групи з середнім рівнем ФРНП. Показник ФРНП для цієї групи коливався у межах 59 - 63 с, а середній -  $60,4 \pm 0,3$ с. В той час як - 27,8% осіб виконували тестове завдання з диференціювання 120 сигналів за 64 - 68 с. були віднесені до групи з нижче за середню градацію ФРНП.

Провели співставлення результатів дослідження фізичної працездатності на рівні максимального споживання кисню у групах з різним рівнем ФРНП (табл. 3.24 та на рис. 3.15).

Таблиця 3.24

Фізична працездатність спортсменів (n=30) на рівні максимального споживання кисню під час виконання тесту зі ступеневим зростанням швидкості бігу у групах з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів

Досліджувані показники	Рівні функціональної рухливості нервових процесів, с		
	Високий ( $57,1 \pm 0,4$ )	Середній ( $60,4 \pm 0,3$ )	Низький ( $65,6 \pm 0,7$ )
T, хв.	$9,26 \pm 0,18^*$	$8,96 \pm 0,23$	$7,96 \pm 0,27$
W, Вт	$224,3 \pm 3,8^{*}\#$	$213,5 \pm 3,5$	$214,3 \pm 3,6$
W, Вт.кг.	$2,8 \pm 0,04^*$	$2,7 \pm 0,05$	$2,5 \pm 0,07$
V, км·год.	$15,7 \pm 0,1^{*}\#$	$14,4 \pm 0,3$	$13,5 \pm 0,1$

Примітка. Статистична значущість різниць на рівні  $P < 0,05$  між групами В і Н - \*, між В і С - #.

У групах футболістів з різними градаціями ФРНП визначали та аналізували фізичну працездатність за показниками тривалість виконання тесту (T, хв), потужності роботи W у ватах (Вт, Вт.кг<sup>-1</sup>) та середня швидкість бігу (V, км·год).



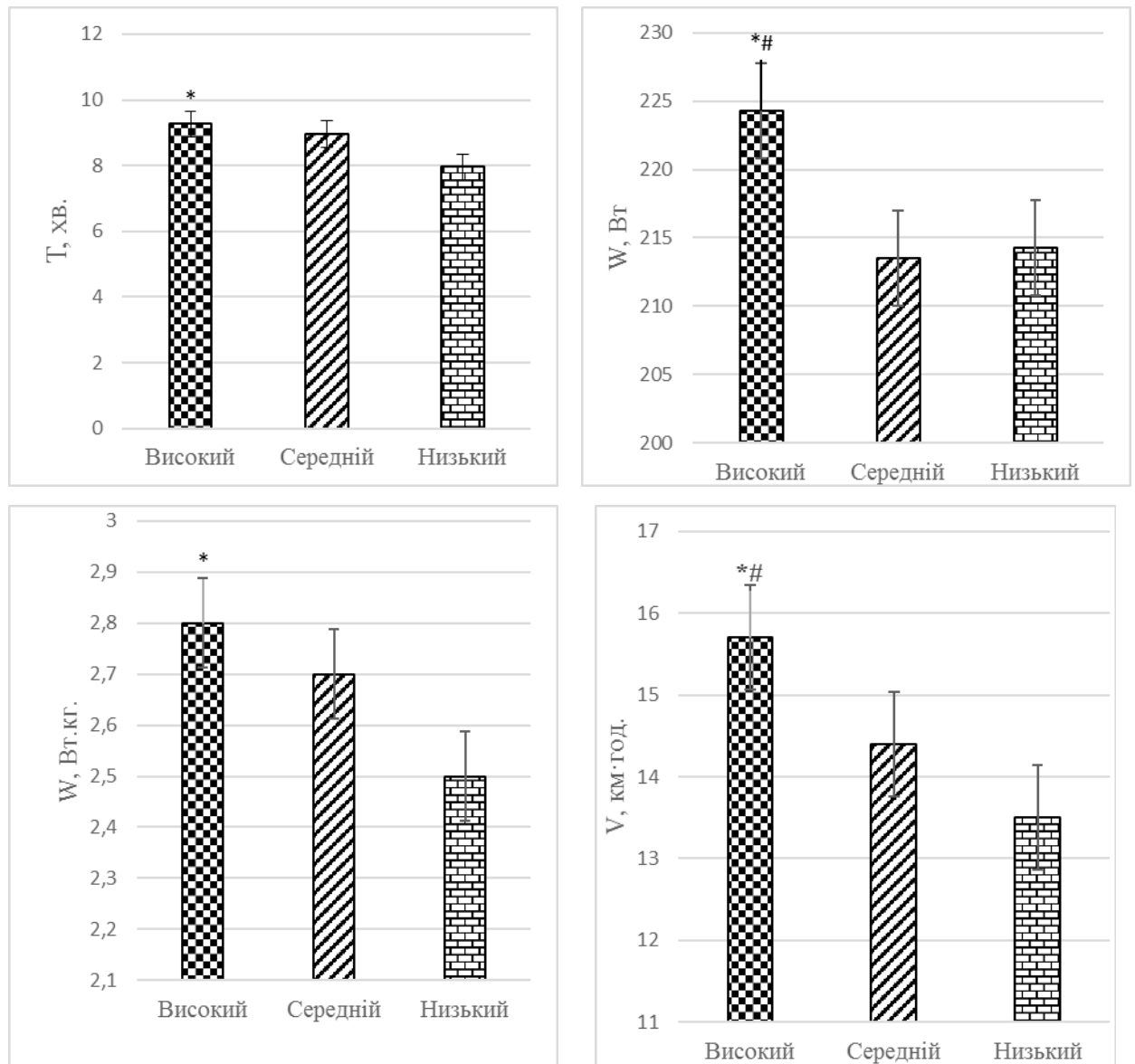


Рис. 3.15 Фізична працездатність спортсменів на рівні максимального споживання кисню під час виконання тесту зі ступеневим зростанням швидкості бігу у групах з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. Примітка. Статистична значущість різниць на рівні  $P < 0,05$  між групами В і Н - \* та В і С - #.

Представлені результати характеризують зв'язок між фізичною працездатністю футболістів і властивостями основних нервових процесів. Більш високому рівню ФРНП відповідають вищі значення фізичної працездатності. І, навпаки, спортсмени з низьким рівнем ФРНП характеризувалися низькою фізичною працездатністю. Так, футболісти з вище

за середній рівень ФРНП на рівні досягнення максимального споживання кисню середньому виконували фізичну роботу з потужністю –  $224,3 \pm 3,8$  Вт, що статистично більше, ніж у осіб з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості –  $214,3 \pm 3,6$  Вт ( $p < 0,047$ ). Футболісти з середнім рівнем ФРНП займали проміжне становище. В середньому за тест вони розвивали потужність –  $213,5 \pm 3,5$  Вт., що статистично менше, ніж у осіб з високою градацією досліджуваної типологічної властивості ( $p < 0,043$ ). Футболісти з високим рівнем ФРНП характеризувались і статистично вищою відносною фізичною працездатністю, розрахованою з урахуванням маси тіла спортсменів -  $2,8 \pm 0,04$  Вт.кг<sup>-1</sup> статистично більше, ніж у групі футболістів з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості -  $2,5 \pm 0,07$  Вт.кг ( $p < 0,037$ ). Тривалість навантаження для осіб з високим рівнем ФРНП була в середньому дорівнювала  $9,26 \pm 0,18$  хв., тоді як у обстежуваних з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості цей показник був статистично менший -  $7,96 \pm 0,27$  хв. ( $p < 0,027$ ). Показники швидкості бігу у групах спортсменів з високим рівнем ФРНП дорівнювали  $14,7 \pm 0,11$  км.год., що було статистично вище, ніж у обстежуваних з середнім  $14,2 \pm 0,13$  км.год. ( $p < 0,031$ ) та низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості  $13,4 \pm 0,12$  км.год ( $p < 0,029$ ).

Отже, фізична працездатність футболістів за умови виконання човникового бігу на рівні максимального споживання кисню знаходиться у залежності від ФРНП. Футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувались більш високою фізичною працездатністю, ніж особи з низькою досліджуваною типологічною властивістю ЦНС.

Оскільки, у підрозділі 3.2 ми виявили, що основний час гри футболісти проводять у режимі аеробного метаболізму, то цікаво було з'ясувати особливості фізичної працездатності на рівні анаеробного порогу у групах з різним рівнем ФРНП. Результати фізичної працездатності спортсменів у групах з різним рівнем ФРНП за умови анаеробного порогу (табл. 3.25).

Таблиця 3.25

Фізична працездатність на рівні анаеробного порогу у спортсменів (n=30) з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів

Досліджувані показники	Рівні функціональної рухливості нервових процесів,с		
	Високий (57,1 ± 0,4)	Середній (60,4 ± 0,3)	Низький (65,6 ± 0,7)
T, хв.	7,37 ± 0,33	7,45 ± 0,21	7,36 ± 0,36
W, Вт	190,6 ± 4,7	187,5 ± 5,4	185,9 ± 6,2
W, Вт·кг <sup>-1</sup> .	2,50 ± 0,02	2,50 ± 0,04	2,47 ± 0,08
V, км·год.	12,20±0,02	12,40±0,04	12,19±0,06

У футболістів з різними градаціями ФРНП під час виконання тесту з поступовим підвищенням швидкості бігу на рівні АНП визначали та аналізували фізичну працездатність. Результати свідчать про відсутність зв'язку фізичної працездатності (тривалості бігу (T, хв.), потужності роботи у ватах (Вт, Вт.кг<sup>-1</sup>) та середньої швидкості бігу (V, кмгод) футболістів і властивостей основних нервових процесів. Незалежно від рівня ФРНП значення фізичної працездатності були однаковими (рис. 3.16).

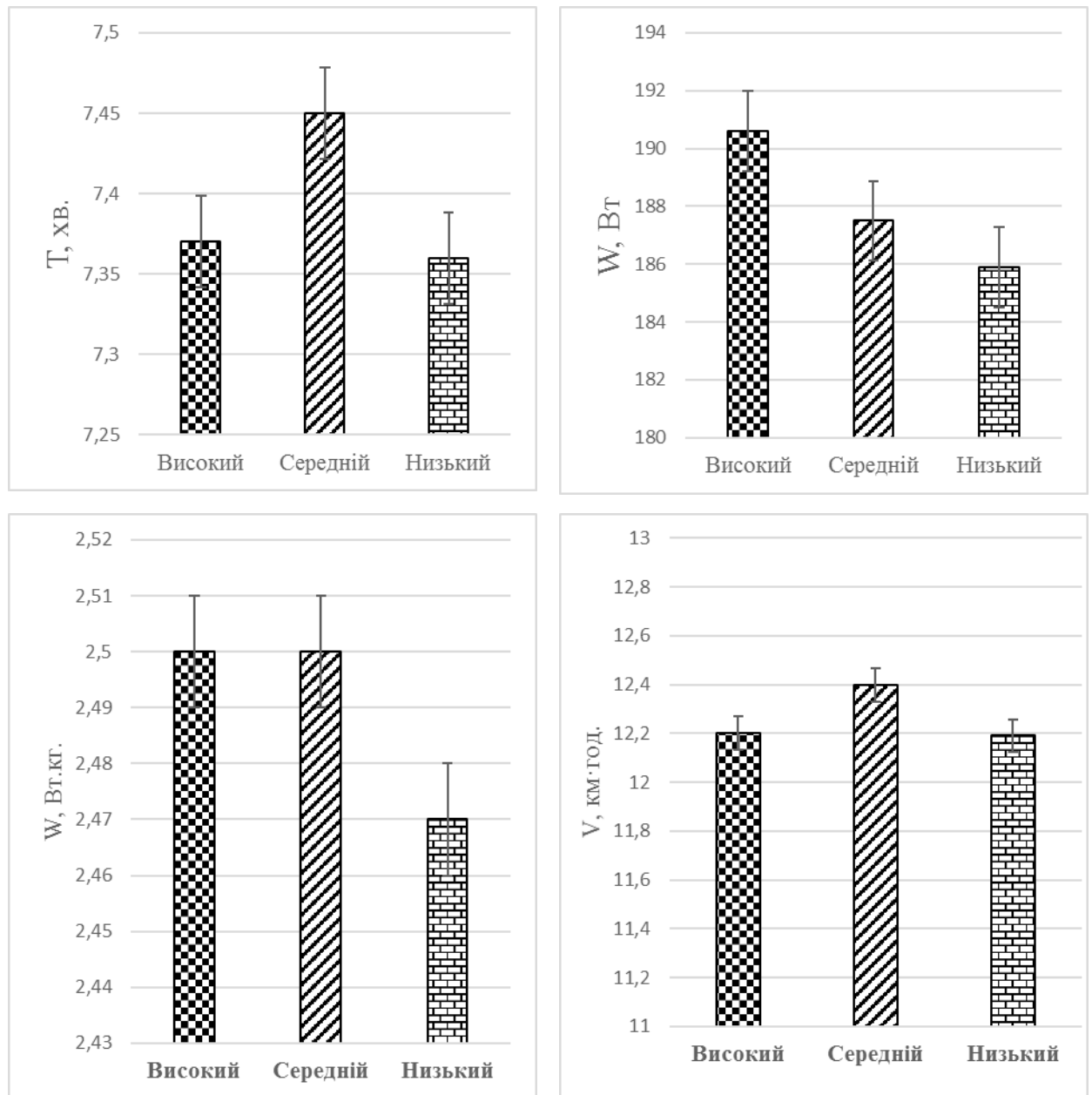


Рис. 3.16 Фізична працездатність спортсменів на рівні аеробного порогу під час виконання тесту зі ступеневим зростанням швидкості бігу у групах з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів.

Між показниками тривалості роботи (Т, хв.), потужності роботи (W, Вт, Вт · кг<sup>-1</sup>) та середньої швидкості бігу (V, км/год) статистично вірогідних різниць у групах обстежуваних з різною градацією ФРНП не виявлено (P>0,05).

Отже, фізична працездатність футболістів за умови виконання човникового бігу на рівні анаеробного порогу споживання кисню не зв'язана з

рівнем ФРНП. Футболісти з високим, середнім та низьким рівнем ФРНП характеризувались однаковою фізичною працездатністю.

Таким чином, з результатів таблиці 3.24 виходить, що фізична працездатність футболістів зв'язана з індивідуально-типологічними властивостями тільки за умови граничних фізичних навантажень на рівні МСК і не виявили такого зв'язку під час виконання фізичних навантажень на рівні досягнення анаеробного порогу. Представлені результати характеризують особливості зв'язку фізичної працездатності футболістів високої кваліфікації і індивідуально-типологічних властивостей основних нервових процесів. Але ми ставили завдання отримати інформацію про стан функціональної реактивності кисневотранспортної системи спортсменів у зв'язку з індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.

Індивідуальний рівень реактивності кардіореспіраторної системи визначався за допомогою портативного обладнання, яке забезпечувало телеметричну реєстрацію показників. У стані спокою та у відповідь на виконання тестового завдання зі ступеневим підвищенням швидкості бігу та на 1 і 3 хв. відновлення реєстрували показники: час тестування ( $T$ , хв.); хвилинний об'єм дихання ( $V_E$ , л·хв<sup>-1</sup>) і частота дихання ( $f_T$ , дих·хв<sup>-1</sup>), споживання кисню ( $VO_2$ , мл·хв<sup>-1</sup>, мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>), виділення вуглекислого газу ( $VCO_2$ , мл·хв<sup>-1</sup>), дихальний коефіцієнт ( $VCO_2/VO_2$ ), частота серцевих скорочень (HR, уд·хв<sup>-1</sup>), систолічний об'єм (УОК, мл.), хвилинний об'єм крові ( $Q$ , л·хв<sup>-1</sup>) та лактат крові (НЛа, ммоль·л<sup>-1</sup>) на 1 і 3 хв відновлення. У табл. 3.26 представлені результати, що характеризують функціональні можливості та кардіореспіраторну реактивність футболістів з різною градацією функціональної рухливості нервових процесів на рівні досягнення максимального споживання кисню.

*Таблиця 3.26*

Результати кардіореспіраторної реактивності на рівні максимального споживання кисню у спортсменів (n=30) з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів

Досліджувані показники	Рівні функціональної рухливості нервових процесів, с.		
	Високий (57,1 ± 0,4)	Середній (60,4 ± 0,3)	Низький (65,6 ± 0,7)
HR, уд·хв <sup>-1</sup>	187,0 ± 1,3	186,2 ± 1,4	197,5 ± 1,5*&
УОК, мл	163,5 ± 3,5*#	151,6 ± 3,3&	151,2 ± 3,5
Q, л·хв <sup>-1</sup>	29,5 ± 0,3	28,3 ± 0,5	29,3 ± 0,5
V <sub>E</sub> л·хв <sup>-1</sup>	153,5 ± 3,4	154,1 ± 3,6	161,5 ± 3,6*
VO <sub>2</sub> , мл·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	58,1 ± 1,3	57,3 ± 1,4	64,4 ± 0,9*&
VCO <sub>2</sub> , мл·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	62,1 ± 1,4*	59,1 ± 1,4	54,3 ± 1,4
НLa, ммоль·л <sup>-1</sup>	12,3 ± 0,5*#	10,5 ± 0,6	9,4 ± 0,3

Примітка. Статистична значущість різниць на рівні  $P < 0,05$  між групами В і Н - \*, В і С - # та С і Н - &.

Порівняння результатів дослідження кардіореспіраторних характеристик під час виконання тесту зі ступеневим зростанням швидкості бігу у групах футболістів з різною градацією функціональної рухливості нервових процесів на рівні МСК виявило наступне. Більш високому рівню ФРНП відповідали статистично значущі вищі показники УОК та НLa, ніж у обстежуваних з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості ( $p = 0,033-0,045$ ). І, навпаки, спортсмени з низьким рівнем ФРНП характеризувалися статистично значущими високими показниками HR та VO<sub>2</sub>, ніж обстежувані спортсмени з високим рівнем ФРНП ( $p = 0,027 - 0,043$ ). Показник Q та V<sub>E</sub> статистично вірогідних різниць у групах обстежуваних з різною градацією ФРНП не виявили ( $p = 0,078 - 0,064$ ). Виходить, що спортсмени з високою ФРНП досягали високого рівня фізичної працездатності та кардіореспіраторної реактивності у тесті з виконання завдання з поступовим підвищенням швидкості бігу шляхом більш вираженого залучення функціональних

можливостей анаеробного метаболізму. Тоді, як спортсмени з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості характеризувались перевагами аеробних функціональних можливостей у забезпеченні фізичної працездатності (рис. 3.17).

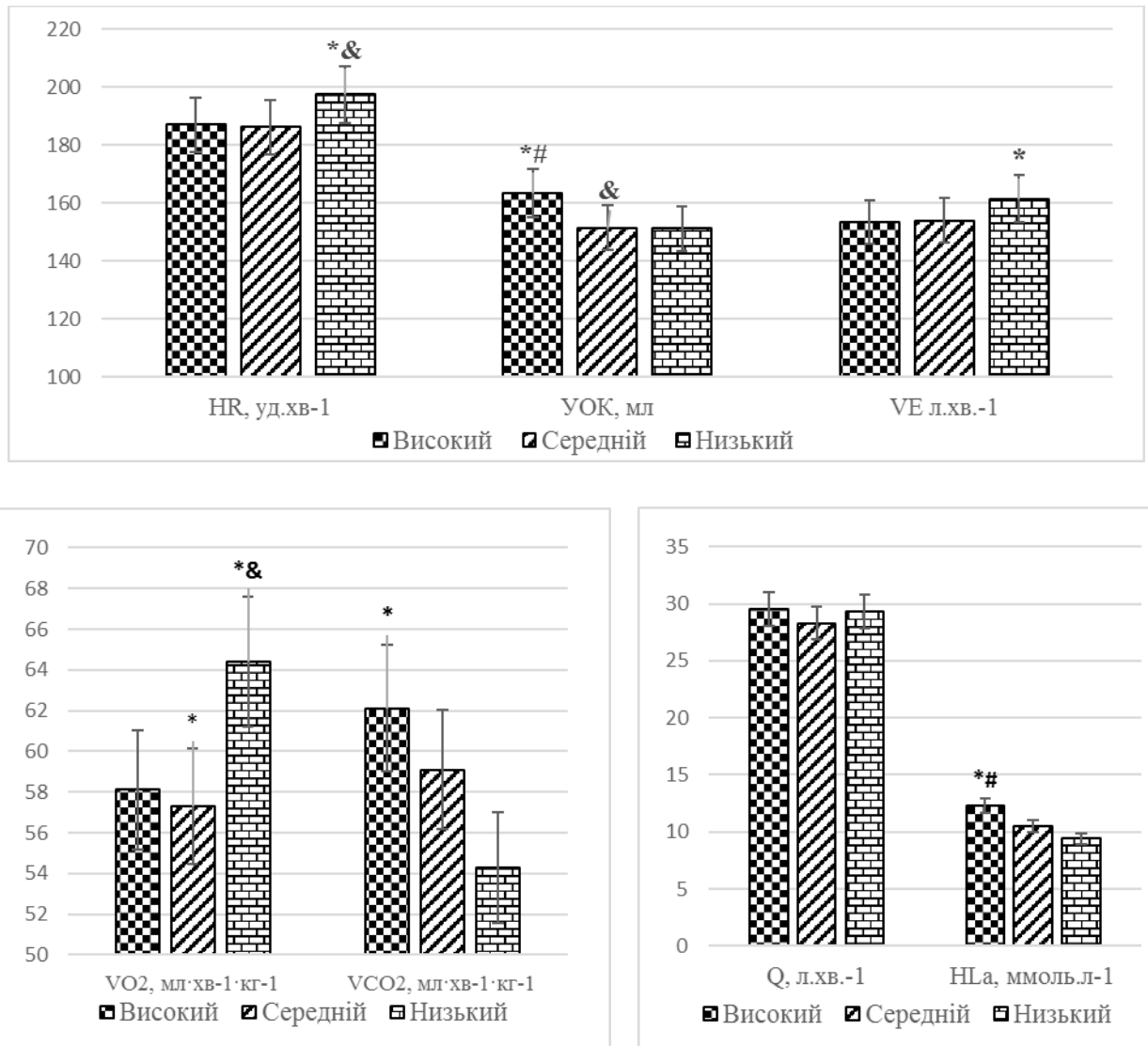


Рис. 3.17 Реактивність кардіореспіраторної системи на рівні максимального споживання кисню у спортсменів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. Примітка. Статистична значущість різниць на рівні  $P < 0,05$  між групами В і Н - \*, В і С - # та С і Н - &.

Отже, з результатів таблиці 3.27 та рис. 3.17 виходить, що кардіореспіраторна реактивність за умови виконання човникового бігу на рівні МСК знаходиться у залежності від ФРНП. Футболісти з високим та середнім

рівнем ФРНП характеризувались більш високою функціональною реактивністю кисневотранспортної, аеробно-анаеробної та алактатної енергосистеми (УОК,  $VCO_2$  та  $HL_a$ ), ніж спортсмени з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості. У останніх показники кардіореспіраторної системи мали переваги аеробного метаболізму (HR та  $VO_2$ ). Виходить, що спортсмени з високим рівнем ФРНП досягали високого рівня кардіореспіраторної реактивності у польовому тесті з поступовим підвищенням швидкості бігу у спосіб більш вираженого залучення функціональної реактивності кардіореспіраторної системи та можливостей анаеробного метаболізму. Тоді, як спортсмени з низькою градацією досліджуваної індивідуально-типологічної властивості характеризувались перевагами аеробних механізмів енергозабезпечення.

Результати реактивності кардіореспіраторної системи спортсменів під час виконання човникового бігу на рівні АнП у групах з різним рівнем ФРНП представлені у табл. 3.27.

Результати дослідження кардіореспіраторних характеристик на рівні АнП у спортсменів з різною градацією ФРНП показали, що більш високому рівню індивідуально-типологічних властивостей відповідають статистично значуще вищі значення УОК, ніж у обстежуваних з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості ( $p = 0,031$ ).

*Таблиця 3.27*

Результати реакції кисневотранспортної системи на ступеневозростаюче навантаження на рівні анаеробного порогу у спортсменів ( $n=30$ ) з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів

Досліджувані показники	Рівні функціональної рухливості нервових процесів, с.		
	Високий (57,1 ± 0,4)	Середній (60,4 ± 0,3)	Низький (64,6 ± 0,7)



HR, уд.хв <sup>-1</sup>	176,8 ± 1,2	178,5 ± 1,3	183,5 ± 1,6*
УОК, мл	166,5 ± 3,5*#	154,4 ± 3,3&	143,3 ± 3,3
Q, л·хв <sup>-1</sup>	28,5 ± 0,4	27,8 ± 0,5	27,4 ± 0,4
V <sub>E</sub> л·хв <sup>-1</sup>	107,6 ± 3,4	105,1 ± 3,6	100,8 ± 3,4
VO <sub>2</sub> , мл·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	53,8 ± 1,7	55,7 ± 1,4	55,9 ± 0,9
VCO <sub>2</sub> , мл·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	52,1 ± 1,3	53,3 ± 1,2	51,2 ± 1,7

Примітка. Статистична значущість різниць на рівні  $P < 0,05$  між групами В і Н - \*, В і С - # та С і Н - &.

У спортсменів з низьким рівнем ФРНП встановлено статистично значущі високі показники HR, ніж у обстежуваних спортсменів з високим рівнем досліджуваної типологічної властивості ( $p = 0,044$ ).

Показники Q, V<sub>E</sub>, VO<sub>2,max</sub> та VCO<sub>2</sub>, статистично значущих відмінностей у групах обстежуваних з різною градацією ФРНП під час виконання тесту зі ступеневим зростанням швидкості бігу на рівні анаеробного порогу не виявили ( $p = 0,078 - 0,064$ ). Виходить, що спортсмени з високим рівнем ФРНП досягали високого рівня фізичної працездатності та кардіореспіраторних можливостей під час човникового бігу у спосіб більш вираженого залучення та мобілізації резервів серцево-судинної системи шляхом залучення інотропного та гетеротропного механізмів регуляції, що проявлялось у підвищенні потужності серцевого скорочення та вищих значень УОК (рис. 3.18). Тоді, як спортсмени з низькою градацією досліджуваної індивідуально-типологічної властивості для досягнення високого рівня фізичної працездатності характеризувались перевагами у частоті серцевих скорочень .

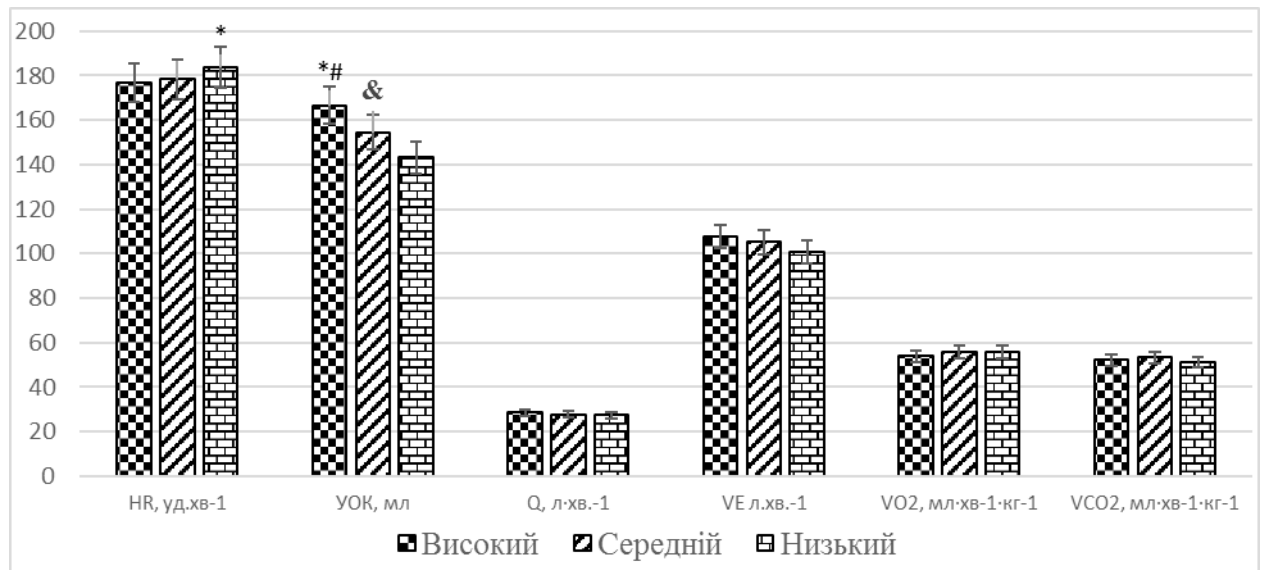


Рис. 3.18 Реактивність кисневотранспортної системи на ступеневозростаюче навантаження на рівні анаеробного порогу у спортсменів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. Примітка. Статистична значущість різниць на рівні  $P < 0,05$  між групами В і Н - \*, В і С - # та С і Н - &.

Таким чином, з результатів цього підрозділу можна зробити узагальнення про те, що реактивність кардіореспіраторної системи спортсменів за умови виконання ступеневозростаючого навантаження на рівні досягнення МСК знаходиться у залежності від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи .

Футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувались більш високими значеннями фізичної працездатності та реактивності кардіореспіраторної системи та більш високими аеробно-анаеробними та алактатними можливостями енергетичного метаболізму (УОК,  $VCO_2$  та  $HLa$ ). Спортсмени з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості характеризувались перевагами аеробного метаболізму (HR та  $VO_2$ ). У разі виконання фізичного навантаження на рівні АП чіткої залежності функціональної реактивності кардіореспіраторної системи від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи у спортсменів високої кваліфікації не виявлено.

## РОЗДІЛ 4

### **ЗВ'ЯЗОК ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ РЕАКТИВНОСТІ ТА ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ З ТИПОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ**

У розділі 1 було показано, що у висококваліфікованих спортсменів за умови вичерпання тренувальних ресурсів для підвищення фізичної працездатності та функціональних можливостей організму все більшою мірою зростає роль диференційованого підходу до удосконалення ігрової діяльності заснованого на урахуванні генетично детермінованих індивідуально-типологічних, нейродинамічних властивостей нервової системи. Тому питання управління функціональним станом та фізичною працездатністю спортсменів на основі індивідуально-типологічними властивостями нервової системи робить їх вивчення особливо актуальним для фізіологічної науки.

У дисертації ми намагались дослідити питання психофізіології подальшого підвищення функціональних можливостей і реактивності основних систем організму та фізичної працездатності спортсменів у зв'язку з їх індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. В центрі уваги були кількісні і якісні характеристики нейродинамічних функцій, генетичні властивості основних нервових процесів (ФРНП, СНП, ВВП), аеробні та анаеробні механізми енергозабезпечення та фізична працездатність спортсменів, кардіореспіраторні, ергоспірометричні, структурно-функціональні, показники серця, крові та дихання. Основні результати дослідження були апробовані на фізіологічних з'їздах, конференціях, публікаціях, семінарах та у роботі тренерських колективів з футболістами високої кваліфікації .

Зрозуміло, що застосування нейродинамічного підходу до управління тренувальним процесом, фізичною та функціональною підготовленістю на основі урахування індивідуально-типологічних властивостей нервової системи спортсменів дуже широка науково-практична проблема і не може бути

віршена у рамках даної роботи. Тому у дисертації була поставлена мета експериментально обґрунтувати і показати роль індивідуально-типологічних властивостей нервової системи щодо управління та корекцією фізіологічних функцій і фізичною працездатністю елітних футболістів. Для цього ми дослідили і визначили типологічні властивості нервової системи футболістів високої кваліфікації, їх нейродинамічні характеристики, з'ясували особливості функціонального стану кардіореспіраторної системи, аеробного та анаеробного метаболізму у залежності від індивідуально-типологічних особливостей нервової системи. Ці завдання вирішували за допомогою відомих та добре апробованих у багатьох наукових лабораторіях сучасних методів дослідження.

У дисертації наведені результати кореляційного та порівняльного аналізу показників фізичної працездатності, об'єму бігової роботи, тривалості гри у різних режимах енергозабезпечення у футболістів з різним індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. Аналізували показники функціональної реактивності, фізичної працездатності та проводили розрахунки участі аеробних, аеробно-анаеробних, анаеробних гліколітичних і алактатних механізмів енергозабезпечення у осіб з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. Встановили, що функціональна реактивність кардіореспіраторної системи, участь аеробних та аеробно-анаеробних механізмів енергозабезпечення та фізична працездатність елітних футболістів знаходиться у залежності від високо генетично детермінованих індивідуально-типологічних властивостей нервової системи.

Для фізіологічного обґрунтування ролі типологічних властивостей центральної нервової системи у характері функціональної реактивності основних систем та фізичної працездатності і результативності спортивної діяльності ми вибрали два підходи для вирішення поставлених завдань. Один з цих підходів дозволив досліджувати корелятивну залежність показників кардіореспіраторної системи, крові, біоенергетики, фізичної працездатності з

високо генетичними нейродинамічними властивостями ФРНП, СНП та ВНП. За допомогою іншого підходу з'ясовували особливості функціонування основних систем організму та фізичної працездатності у футболістів з різним рівнем ФРНП. У кожного обстежуваного визначали індивідуально-типологічні властивості нервової системи і формували групи з високим, середнім та низьким ФРНП.

В результаті проведених досліджень були отримані результати, які дозволили стверджувати, що індивідуально-типологічні властивості відіграють важливу роль у формуванні індивідуальних гомеостатичних, фізіологічних реакцій специфічних для м'язової діяльності у якій спеціалізується спортсмен. Суть їх полягає у тому, що індивідуально-типологічні властивості нервових процесів впливають на перебіг моторних, вегетативних реакцій, енергетичний метаболізм та спортивну діяльність. Однак зв'язки між досліджуваними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи і індивідуальними психофізіологічними функціями, фізичною працездатністю, функціональною реактивністю та результативністю спортивної діяльності неоднозначні.

Враховуючи, що основні закони розвитку, становлення та інволюції індивідуально-типологічних властивостей нервової системи ФРНП, СНП та ВНП сформувалися ще у філогенезі, а значить є генетично детермінованими і тому мають фундаментальний характер, то вони і були центром на чому зосереджувалась уся методологія наших досліджень. У дослідженні наголос ставили на подальше пізнання законів тих змін, які здійснюють індивідуально-типологічні властивостей основних нервових процесів на перебіг функції гемодинаміки, дихання, крові, енергетичний метаболізм та фізичну працездатність під час спортивної діяльності. Тим більше, що розвиток індивідуально-типологічних властивостей нервової системи віддзеркалює процес не тільки біологічної, а включає і соціальну еволюцію, у тому числі і

заняття фізичною культурою. Проведені дослідження дозволили виявити ряд основних психофізіологічних закономірностей.

Перш за все загальною закономірністю нашого дослідження є те, що індивідуально-типологічних властивостей ФРНП, СНП та ВНП описують генетично обумовлені індивідуальні відмінності та є базовими властивостями нервової системи, що визначають характер участі інших психофізіологічних властивостей у формуванні функціональної системи ігрової діяльності футболістів . Дослідження індивідуально-типологічної властивості ФРНП показали, що спортсмени високої кваліфікації характеризуються вищим рівнем розвитку досліджуваної типологічної властивості так і значно вищими показниками розподілу обстежуваних з високим її рівнем, ніж не спортсмени . У роботі констатовано особливості формування індивідуально-типологічних властивостей нервової системи, які характеризують спортсменів-футболістів з більш інтенсивним та випереджаючим характером розвитку, вищим їх рівнем, а також більш високою пластичністю нервових процесів, ніж у не спортсменів.

В роботі зроблене узагальнення щодо особливостей спеціальної фізичної працездатності спортсменів-футболістів з різним рівнем індивідуально-типологічних властивостей, функціональною рухливістю нервових процесів. Для елітних футболістів виявили зв'язок ФРНП та фізичної працездатності. Коефіцієнт рангової кореляції  $R_{xy}$  між показниками ФРНП та рівнем фізичної працездатності, об'єму бігової роботи під час гри становив - 0,36 ( $p < 0,027$ ). Встановлено, що футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувалися більш високим рівнем фізичної працездатності, ніж особи з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості. Результати загальної та спеціальної фізичної працездатності виявили, що футболісти з високою ФРНП під час роботи на тредмлі та у грі демонстрували і більш високий рівень працездатності у біговому режимі з високою швидкістю, ніж особи з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості. Футболісти з низьким рівнем ФРНП демонстрували більш високий рівень спеціальної

фізичної працездатності у режимі бігу з низькою швидкістю. Отже, ФРНП складає нейродинамічну основу спеціальної фізичної працездатності у забезпеченні ігрової діяльності футболістів . Констатуємо, що фізична працездатність у професійних футболістів знаходиться у залежності від високо генетично детермінованих властивостей основних нервових процесів.

Наявність зв'язку між індивідуально-типологічними властивостями нервової системи і спеціальною фізичною працездатністю та характеристиками швидкісних режимів лягли в основу сформульованого нами узагальнення, що типологічні властивості основних нервових процесів (ФРНП) проявляють генетичний вплив на фізичну працездатність футболістів. З урахуванням наших даних і теоретичного аналізу наукових джерел існують вагомі підстави вважати, що у футболістів з вище за середній та середнім рівнем ФРНП характеризувались високою фізичною працездатністю, ніж особи з нижче за середній рівень досліджуваної типологічної властивості нервової системи . Власне, удосконалення координаційних механізмів у структурах мозку, центрального та периферійного апарату, зміна лабільності, координації та засвоєння ритму відкриває можливості для підвищення фізичної працездатності та фізіологічної реактивності засобами фізичної культури та спорту. Враховуючи те, що типологічні властивості нервової системи є генетично детермінованими, слід звернути увагу і на той факт, що високий рівень досліджуваних властивостей основних нервових процесів у високо кваліфікованих спортсменів може бути результатом природного добору. Імовірно, що у процесі багаторічного спортивного удосконалення відбувається відбір футболістів з високими показниками ФРНП і вибраковування тих, у кого ці властивості були низькими. Тому серед футболістів високої кваліфікації представників з високим рівнем типологічних властивостей нервової системи було значно більше. Саме це і обумовило більш виражені характеристики спеціальної фізичної працездатності у більш високих швидкісних режимах бігу футболістів з високим рівнем ФРНП .

У дисертації показано, що найбільш високу спеціальну працездатність футболісти демонстрували в аеробному режимі енергозабезпечення. Довжина дистанції та тривалість гри була найбільша у аеробному, а низькою вони виявились у алактатному режимі енергозабезпечення. Отже, виходить, що участь різних джерел енергозабезпечення у фізичній працездатності гравців визначає рівень спеціальної підготовленості футболістів. Підтвердженням цьому є коефіцієнт рангової кореляції  $R_{xy}$ , який був встановлений між показниками загального енергетичного фонду та об'ємом бігової роботи у футболістів і дорівнював 0,32 ( $p < 0,026$ ). Індивідуальні характеристики фізичної працездатності у футболістів з високим рівнем енергетичних характеристик виявився високим. Так, особи з високим рівнем енергетичних характеристик демонстрували під час гри високий об'єм бігової роботи та більшу тривалістю гри у аеробному режимі, ніж особи з низьким ФРНП.

Основним узагальненням результатів нашої роботи є те, що одержані нами показники стану фізичної працездатності, об'єму бігової роботи та тривалості гри у аеробному режимі обстежуваних футболістів знаходяться у відповідній залежності від біологічних детермінант, що відображають енергетичні та індивідуально-типологічні властивості футболістів.

Наявність зв'язку енергетичних властивостей з фізичною працездатністю лягли в основу подальших досліджень такого зв'язку з індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. Як показали дослідження, індивідуально-типологічні властивості ЦНС впливають на роботу функцій кардіореспіраторної системи та енергетичний метаболізм, які розглядаються, як функціональна система, що забезпечує фізичну працездатність спортсмена. Для кваліфікованих спортсменів-футболістів встановлений зв'язок між морфо-функціональними характеристиками серцево-судинної системи, які були визначені за показниками ЕХО-кардіоскопії (КДО, КСО, СВ і ФВ) та індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. У спортсменів високої кваліфікації з високим та середнім рівнем ФРНП реактивні



характеристики кардіореспіраторної системи та енергетичний метаболізм, за умови виконання ступеневозростаючого навантаження на рівні МСК, знаходились у залежності від індивідуально-типологічних властивостей індивідуально-типологічними нервової системи. У групах з високим рівнем ФРНП були встановлені більш високі значення реактивності кардіореспіраторної систем та аеробно-анаеробні і алактатні можливості енергетичного метаболізму ( $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}CO_2$  та  $HLA$ ), ніж у обстежуваних з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості. Спортсмени з низькими значеннями досліджуваної типологічної властивості характеризувались перевагами аеробного метаболізму і високими показниками HR та  $\dot{V}O_2$ . Діапазон таких змін визначався індивідуально-типологічними (спадковими) властивостями нервової системи. Можна з певною вірогідністю вважати, що досліджувані нами індивідуально-типологічні властивості ЦНС накладають на імпульси із рухових зон кори головного мозку додатковий, корегуючий нейрогуморальний вплив на кардіореспіраторні системи та метаболічні процеси. У разі виконання фізичного навантаження на рівні досягнення АнП чіткої залежності фізичної працездатності та функціональної реактивності кардіореспіраторної системи від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи елітних спортсменів не виявлено.

Необхідно зазначити, що у процесі спортивного тренування відбувається підвищення верхньої межі реакції, резервних можливостей системи гемодинаміки та дихання, потужності енергетичного метаболізму не тільки за умови фізичних навантажень, а і у відповідності до функціонального стану індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Пристосування функціональних властивостей кардіореспіраторної системи забезпечення організму киснем та видалення вуглекислоти і лактату у спортсменів відбувається за участі помітного впливу індивідуально-типологічних властивостей нервової системи, які виступають у ролі основних механізмів гомеостатичної регуляції. Представлені у роботі морфо-функціональні

характеристики серця та властивості кардіореспіраторної системи в цілому є результатом кумулятивних змін довготривалих специфічних фізичних навантажень . Разом з тим, загальний рівень відмінностей вказаних характеристик спортсменів у кардіореспіраторній системі включав і вплив індивідуально-типологічних властивостей нервової системи, розвитку та системи відбору, а також подальше підвищення резервних можливостей основних функціональних систем шляхом *формування індивідуального типу фізіологічних реакцій та фізичної працездатності* (рис.1).

Отже, за участі індивідуально-типологічних властивостей нервової системи відбувається спеціалізоване індивідуальне пристосування стимулів м'язової діяльності футболістів на орієнтовану і цілеспрямовану до конкретних умов фізичного навантаження реалізацію цілісної реакції організму за всіма її компонентами – швидкості розгортання, максимального рівня, стійкості та економічності . Формування ефективних співвідношень вказаних факторів, специфічних для футболістів гомеостатичних реакцій в умовах ігрової діяльності відбувається через нейрогенні механізми за участі індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Вони складають сутність оптимізації фізіологічних реакцій і реактивних та резервних можливостей спортсмена.

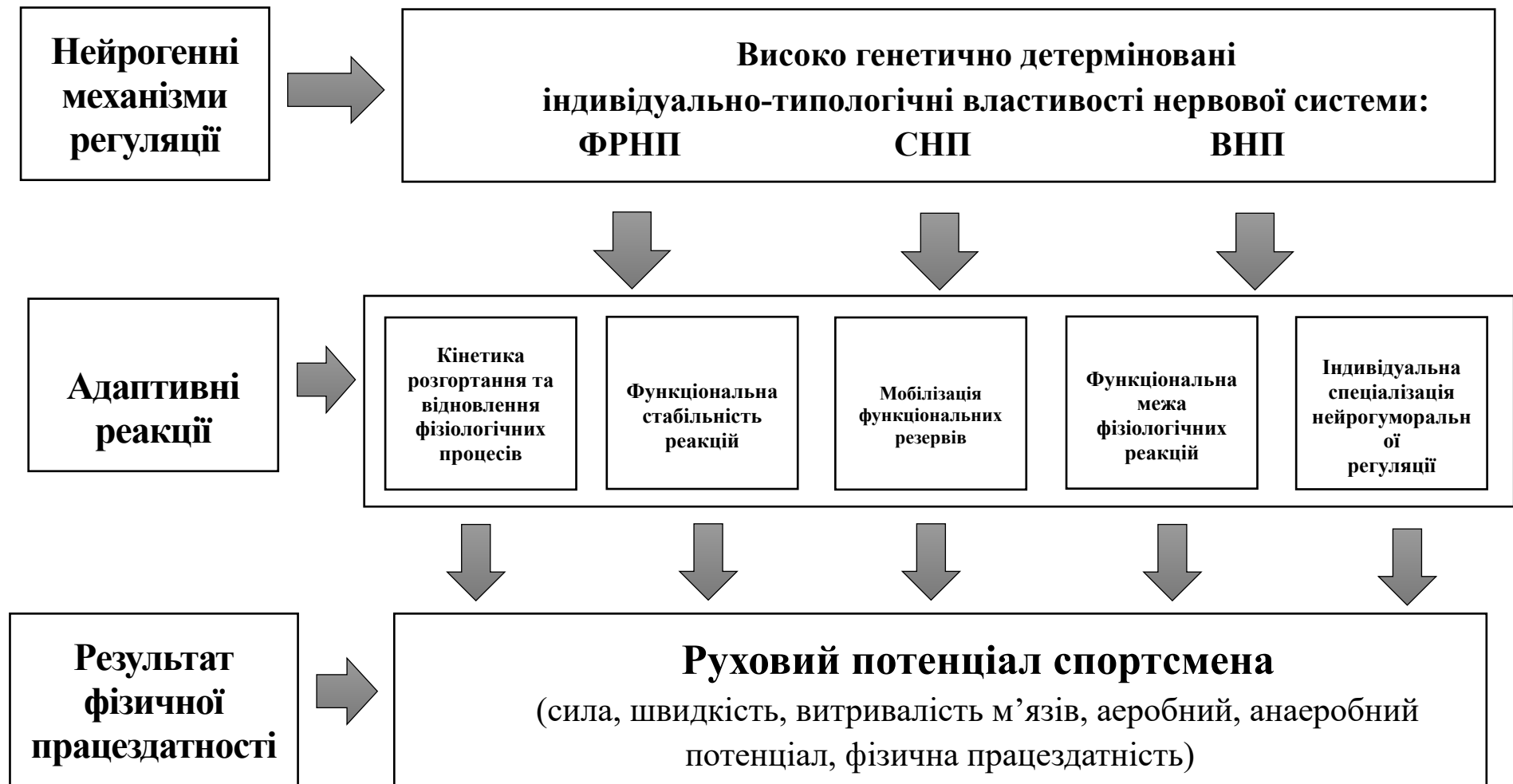


Схема 4.1 Функціональна система індивідуальних реакцій основних систем організму та фізичної працездатності спортсмена

Систематизація і узагальнення отриманих даних їх логічний аналіз дозволяє зробити висновок про те, що функціональна реактивність (системи кровообігу, дихання, крові та енергетичний метаболізм) та фізична працездатність спортсменів за умови граничних фізичних навантажень, які моделюють специфічну змагальну діяльність, залежать від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи.

Таким чином, можна констатувати щодо особливостей прояву індивідуально-типологічних властивостей нервової системи на гомеостатичні реакції адаптації до напруженої фізичної діяльності які полягають у наступному:

1. Індивідуально-типологічні властивості (ФРНП, СНП та ВНП) визначають кінетику розгортання і відновлення фізіологічних реакцій та їх рухливості. Це розуміється як здатність швидко у реакціях серцево-судинної, дихальної систем, крові та енергетичного метаболізму реагувати на зміну інтенсивності та тривалості м'язової роботи.

2. Індивідуально-типологічні властивості визначають функціональну стійкість фізіологічних реакцій. Це – здатність спортсмена підтримувати високий рівень функціональних реакцій кардіореспіраторних і енергетичних систем, фізичної працездатності у процесі тривалих фізичних навантаженнях.

3. Індивідуально-типологічні властивості нервової системи визначають функціональні межі нейродинамічних та сенсомоторних (ПЗМР, РВ1-3, РВ2-3, ЦОІ, МК) характеристик, системи гемодинаміки (HR, Q, УОК), структурно-функціональних показників серця (КДО, КСО, СВ, ФВ, МШС), дихання ( $V_E$ ,  $VO_2$ ,  $VCO_2$ , ДК), енергетичного матаболізму ( $VO_{2max}$ ,  $VCO_{2,max}$ , АНП, НLa.) рівень яких забезпечує досягнення високої фізичної працездатності (Т, W, V) спортсменів. Діапазон таких змін визначається індивідуально-типологічними властивостями нервової системи, що закріплені на генетичному рівні. Досліджувані нами індивідуально-типологічні властивості накладають на імпульсну активність із рухових зон кори мозку та вегетативних центрів

додатковий, корегуючий нейрогуморальний вплив на кардіореспіраторні системи та метаболічні процеси.

4. Індивідуально-типологічні властивості визначають функціональну здатність використовувати резерви нейродинамічних кардіореспіраторних та біоенергетичних систем на основі їх оптимізації та пристосування до специфічних умов змагальної діяльності.

5. За участі індивідуально-типологічних властивостей нервової системи у спортсменів на основі систематичних та довготривалих аферентних стимулів з м'язової системи та систем, що забезпечують фізичну працездатність формується спеціалізована нейрогуморальна регуляція кардіореспіраторних функцій та енергетичного метаболізму. Одночасно відбувається налаштування гуморальних механізмів для точної регуляції реактивних функцій дихальної, серцево-судинної системи крові та енергетичного метаболізму.

Встановлені у дисертаційній роботі особливості та закономірності прояву індивідуально-типологічних властивостей нервової системи визначають психофізіологічну основу функціональної реактивності, резервних можливостей нейродинамічної, серцево-судинної, дихальної систем, енергетичного метаболізму та забезпечують фізичну працездатність спортсменів. Представлений комплекс фізіологічних реакцій може відрізнятися у спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями.

Можна констатувати, що упродовж багаторічного тренування у спортсмена формується індивідуальний профіль функціональної реактивності та фізичної працездатності основою якого є високо генетичні індивідуально-типологічні властивості нервової системи. Тому за умови організації диференційованого підходу до управління тренуванням та змагальною діяльністю необхідно враховувати індивідуальний профіль функціональної реактивності основних систем організму спортсмена. На цьому шляху є цінними дослідження кількісної і якісної оцінки критеріїв адаптації до граничних фізичних навантажень.

У перспективі вивчення тих змін, що зв'язані з подальшим пізнанням законів, які здійснюють індивідуально-типологічні властивості основних нервових процесів на динаміку регуляції функцій гемодинаміки, дихання, крові, енергетичний метаболізму та фізичну працездатність дозволить краще зрозуміти шляхи оптимізації фізіологічних реакцій у напрямку підвищення їх функціональних можливостей.

## ВИСНОВКИ

1. Встановлені закономірності та індивідуальні особливості фізіологічної реактивності серцево-судинної, дихальної систем, крові, енергетичного метаболізму та фізичної працездатності спортсменів-футболістів у залежності від генетично детермінованих індивідуально-типологічних властивостей нервової системи.
2. Доведено, що ФРНП, СНП та ВНП є базовими властивостями нервової системи, що визначають характер нейрогенної регуляції формування функціональної системи м'язової діяльності, а також індивідуальні особливості фізіологічних реакцій кардіореспіраторної системи, крові, енергетичного метаболізму та фізичної працездатності спортсменів.
3. Встановлено, що індивідуально-типологічні властивості нервової системи визначають кінетику розгортання, відновлення, функціональної стійкості, інтенсивний та випереджаючий характер розвитку, вищий функціональний рівень, досягнення максимумів, високу індивідуальну спеціалізацію нейрогуморальних механізмів регуляції нейродинамічних функцій, реактивності кардіореспіраторної системи, енергетичного метаболізму та фізичної працездатності спортсменів.
4. Індивідуально-типологічні властивості ФРНП, СНП, ВНП та сенсомоторні реакції (ПЗМР, РВ1-3, РВ2-3) у спортсменів характеризуються вищим рівнем досліджуваних властивостей так і значно вищими показниками розподілу обстежуваних з високим їх рівнем, на відміну від не спортсменів.
5. Встановлена залежність фізичної працездатності від рівня сформованості структурно-функціональних характеристик серця. Виявлений зв'язок показників морфо-функціонального розвитку, нейродинамічних властивостей у стані спокою та у процесі дії граничних фізичних навантажень. Мофо-функціональні характеристики серця КДО, КСО, СВ та ФВ у спортсменів значно вищі, ніж у не спортсменів.

6. Для елітних футболістів у стані спокою не встановили вірогідних різниць середніх значень функціональних показників серця КДО, КСО, СВ та ФВ у групах з різними градаціями індивідуально-типологічних властивостей нервової системи, як і відсутність кореляційного зв'язку ( $r = 0,21 - 0,31$ ;  $p=0,063 - 0,078$ ) між ними. У не спортсменів встановили кореляційну залежність гемодинамічних показників (КДО, КСО, СВ та ФВ) від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи ( $r= 0,39 - 0,56$ ;  $p=0,024-0,046$ ) так і статистично вірогідні різниці середніх значень між досліджуваними перемінними з різними градаціями властивостей ФРНП.
7. Виявили зв'язок функціональних характеристик психофізіологічних властивостей, а також успішності ігрової діяльності спортсменів. Побудовані максимальні для команди та індивідуальні модельні характеристики фізичної працездатності, функціональної реактивності кардіореспіраторної системи та енергетичного метаболізму футболістів з різним рівнем індивідуально-типологічних властивостей.
8. Встановлені особливості фізичної працездатності футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів. Футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувалися більш високим рівнем фізичної працездатності, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості. Виявили зв'язок функціональної рухливості нервових процесів та спеціальної фізичної працездатності (об'єм бігової роботи). Коефіцієнт рангової кореляції  $R_{xy}$  між показниками ФРНП та рівнем спеціальної фізичної працездатності футболістів високої кваліфікації становив - 0,36 ( $p<0,027$ ).
9. Результати фізичної працездатності футболістів за біоенергетичними характеристиками виявили, що футболісти з більш високим рівнем ФРНП демонстрували вищий рівень активності у біговому режимі з високою швидкістю бігу, ніж особи з низьким рівнем досліджуваної типологічної властивості. Футболісти з низьким рівнем ФРНП демонстрували більш



високий рівень спеціальної фізичної працездатності у режимі бігу з низькою швидкістю.

10. Футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувались більш високими значеннями фізичної працездатності та реактивності кардіореспіраторної системи, крові та більш високими аеробно-анаеробними, алактатними можливостями енергетичного метаболізму ( $\text{CO}$ ,  $\text{VCO}_2$  та  $\text{HLa}$ ). Спортсмени з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості характеризувались перевагами аеробного метаболізму ( $\text{HR}$  та  $\text{VO}_2$ ).
11. Встановлені закономірності і особливості кінетики психофізіологічних функцій у футболістів дозволяють сформуванню і розвинути концепцію стосовно того, що нейродинамічні, індивідуально-типологічні властивості нервової системи є найбільш значимими у формуванні фізіологічної реактивності психофізіологічних функцій та успішності ігрової діяльності. Констатовано, що індивідуально-типологічні властивості ФРНП, СНП та ВНП описують генетично обумовлені індивідуальні відмінності та є базовими властивостями нервової системи, які визначають індивідуальні особливості реактивності серцево-судинної, дихальної систем, крові, енергетичного метаболізму, фізичної працездатності та беруть участь у формуванні специфічної функціональної системи ігрової діяльності.
12. Індивідуально-типологічні властивості (ФРНП, СНП та ВНП) нервової системи повинні бути враховані для розробки науково-обґрунтованої системи оптимізації тренувань та відновлення, відбору, корекції і профілактики розвитку несприятливих станів за умови спортивної діяльності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

2. Анохин П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. Москва : Медицина, 2003. 61 с.
3. Антомонов М. Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. Киев : Малый друг, 2006. 558 с.
4. Артеменко Б. О., Хоменко С. М. Управління навчально-тренувальним процесом волейболістів різного віку : монографія. Черкаси : ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2021. 162 с.
5. Баркрофт Дж. Основная черта архитектуры физиологических функций. Москва ; Ленинград : Биомедгиз, 1937. 290 с.
6. Безкопильна С. В. Особливості формування механізмів забезпечення розумової працездатності в онтогенезі : дис. ... д-ра філос. : 091 / ННІ ФКСіЗ. Луцьк, 2022. 189 с.
7. Безкопильний О. О. Система підготовки майбутніх учителів фізичної культури до здоров'язберігаючої діяльності в основній школі : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / НПУ імені М. П. Драгоманова. Київ, 2020. 606 с.
8. Бернштейн Н. А. Биомеханика и физиология движений: избр. психол. тр. 3-е изд. Москва: Изд-во Московского психолого-социального института, 2008. 688 с.
9. Бехтерева Н. П., Данько С. Г., Качалова Л. М., Соловьева М. Л. Электроэнцефалографические характеристики когнитивно-специфического внимания готовности при вербальном обучении. Сообщение 1. Характеристики локальной синхронизации ЭЭГ. *Физиология человека*. 2008. Т. 34, № 2. С. 5–12.
10. Богдановська Н., Маліков М., Тищенко В., Бойченко К., Савченко В., Москаленко Н. Modern and methodic approaches to express-assessment of functional preparation of highly qualified athletes. *Journal of Physical Education and Sport*. 2019. Vol. 19(3). P. 1513–1518.
11. Богдановська Н. В., Кальонова І. В., Караулова С. І., Страколист Г. М., Потапова Л. В. Specific rehabilitation characteristics of myofascial pain

- syndromes in athletes (acyclic sports). *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. Vol. 10. P. 2987–2992.
12. Богдановська Н. В., Маліков М. В. Бойченко К. Ю. Зміни у структурно-функціональній організації серця гандболістів під впливом систематичних фізичних навантажень. *Фізіологічний журнал*. 2020. Т. 66, № 5. С. 23–29.
  13. Бубка С. Н., Платонов В. М. Система олімпійської підготовки: основи менеджменту. Київ : Перша друкарня, 2018. 624 с.
  14. Виру А. А., Кырге П. П. Гормоны и спортивная работоспособность. Москва : Физкультура и спорт, 1983. 159 с.
  15. Волков Н. И., Нессен Э. Н., Осипенко А. А., Корсун С. Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев : Олимпийская литература, 2000. 504 с.
  16. Голяка С. К. Властивості нейродинамічних та психомоторних функцій у студентів з різним рівнем спортивної кваліфікації : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.13. Львів, 2005. 20 с.
  17. Григорян Р. Д., Сагач В. Ф. Концепція фізіологічних суперсистем: нова фаза інтегративної фізіології. *Фізіологічний журнал*. 2017. Т. 63, № 3. С. 58–67.
  18. Дорошенко Е. Ю., Сердюк Д. Г., Мітова О. О. Удосконалення техніко-тактичних дій висококваліфікованих гандболістів: проблеми, пошуки, шляхи вирішення : монографія. Запоріжжя, 2016. 312 с.
  19. Дорошенко Э. Ю. Управление технико-тактической деятельностью в командных спортивных играх: монография. Запорожье, 2013. 436 с.
  20. Дроздовська С. Б., Ільїн В. М. Лизогуб В. С., Безкопильний О. П. Основи молекулярної генетики м'язової діяльності. Київ : Олімпійська література, 2013. 113 с.
  21. Душанін С. А., Береговой Ю. В., Мигулева В. Г. Прискорені методи дослідження енергетичного метаболізму м'язової діяльності : метод. реком. Київ, 1984. 28 с.
  22. Душанін С. А., Береговой Ю. В., Цветкова О. А. та ін. Система багатofакторної експрес-діагностики функціональної підготовленості

- спортсменів при поточному і оперативному лікарсько-педагогічному контролі. Київ, 1986. 34 с.
23. Дяченко А.Ю. Совершенствование специальной выносливости квалифицированных спортсменов в академической гребле. Киев: Славутич-Дельфин, 2004. 338 с.
24. Ильин В. Н., Филиппов М. М., Пастухова В. А., Портниченко В. И., Сосновский В. В. Гипоксическая тренировка в системе подготовки спортсменов. *Патологія, реабілітація, адаптація*. 2017. Т. 15, № 2. С. 60–72.
25. Ільїн В. М., Дроздовська С. Б., Лизогуб В. С., Безкопильний О. П. Основы молекулярной генетики м'язової діяльності : навч. посіб. Київ : Олімпійська література, 2013. 112 с.
26. Имас Е. В., Ильин В. Н., Пастухова В. А., Сосновский В. В. Характеристика физической работоспособности спортсменов, специализирующихся в беге на средние дистанции, после учебно-тренировочных сборов в условиях среднегорья. *Вісник Черкаського університету. Біологічні науки*. 2018. № 1. С. 46–53. <http://dx.doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-1-46-53>.
27. Ільїн В. М., Сосновський В. В., Пастухова В. А. Характеристики функціональних станів регуляторних систем організму у бігунів на середні дистанції при довгостроковій адаптації до умов середньогір'я. *Фізіологічний журнал*. 2018. Т. 64, № 6. С. 56–63.
28. Ільїн В. М., Сосновський В. В., Пастухова В. А., Філіппов М. М. Аналіз спектрів потужності варіабельності серцевого ритму у спортсменів під час початкової адаптації до умов гірської гіпоксії. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2018. Vol. 6(22), is. 186. P. 42–44. <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-186VI22-11>
29. Карленко В. П., Карленко Н. В. Использование компьютерной технологии "D&K-TEST" в практике подготовки квалифицированных спортсменов. Москва: ВНИИФКиС, 2003. С. 134–136.

30. Коваленко С. О., Завгородня В. А., Кудій Л. І., Луценко О. І. Особливості ритму дихання у здорових молодих чоловіків і жінок за різних умов. *Вісник Черкаського університету. Біологічні науки*. 2021. № 2. С. 48–55.
31. Коваленко С. О., Шестеріна Д. В., Паламарчук А. Л. Зміни варіабельності серцевого ритму та периферичної гемодинаміки під час впливу об'ємного пневмопресингу в осіб з різним типом регуляції автономної нервової системи. *Фізіологічний журнал*. 2023. Т. 69, № 2. С. 62–70.
32. Кожемяко Т. В. Нейрофізіологічні та автономні механізми переробки інформації у підлітків з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи : автореф. дис. канд. біол. наук: 03.00.13. Черкаси, 2018. 20 с.
33. Козина Ж. Л. Система индивидуализации подготовки спортсменов в игровых видах спорта: монография. Lambert Academic Publishing Russia, 2011. 532 с.
34. Коробейніков Г. В., Коробейнікова Л. Г., Ричок Т. М. Статеві особливості нейродинамічних функцій у елітних спортсменів. *Вісник Черкаського університету. Біологічні науки*. 2015. № 2. С. 55–59.
35. Коробейнікова Л. Г. Психофізіологічні стани організму людини в період тренувань та змагань з олімпійських видів боротьби : дис. ... д-ра. біол. наук : 03.00.13 / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ, 2014. 384 с.
36. Коробейнікова Л. Г., Коробейніков Г. В., Міщенко В. С., Радченко Ю. А. Особливості статевого диморфізму нейродинамічних функцій дзюдоїстів високої кваліфікації. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2017. № 1. С. 220–225.
37. Коробейнікова Л. Г., Макарчук М. Ю., Коробейніков Г. В., Міщенко В. С. Стан психофізіологічних функцій у висококваліфікованих спортсменів різних вікових груп. *Фізіологічний журнал*. 2016. № 6. С. 81–87.
38. Коробейнікова Л. Г., Коробейніков Г. В., Міщенко В. С. Розподіл нейродинамічних показників у висококваліфікованих спортсменів за

- допомогою кластерного аналізу. *Вісник Черкаського університету. Біологічні науки*. 2016. № 2. С. 55–64.
39. Лизогуб В. С. Сучасні підходи до реалізації відбору футболістів високої кваліфікації за показниками нейродинамічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2017. № 2. С. 81–85. doi:10.15391/snsv.2017-2.008
40. Лизогуб В. С., Безкопильна С. В., Кожемяко Т. В., Пустовалов В. О., Шпанюк В. В., Хоменко С. М. Функционирование мозга во время совместной моторной и когнитивной деятельности. *Методологические, теоретические и практические аспекты физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры: материалы I (XIV) Междунар. науч.-практ. конф., 7–8 октября 2021 г. Гомель, 2021. Ч. 2. С. 149–153.*
41. Лизогуб В. С., Шпанюк В. В., Нечипоренко Л. А., Пустовалов В. О. Медико-біологічне дозування тренувальних навантажень футболу. інтенсивність, тривалість, частота і об'єм тренувальних навантажень. *Медико-біологічні проблеми фізичного виховання різних груп населення : матеріали VIII Всеукр. наук.-практ. конф., 24–25 листопада 2022 р. Кременець ; Луцьк, 2022. С. 62.*
42. Лизогуб В. С., Макаренко М. В., Галка М. С., Юхименко Л. І., Хоменко С. М. Спосіб психофізіологічної оцінки функціонального стану слухового аналізатора : пат. 96496 Україна. № а201002225; заявл. 01.03.2010; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21.
43. Лизогуб В. С., Нечипоренко Л. А., Пустовалов В. О., Шпанюк В. В., Халавко Р. Нейродинамічні властивості у футболістів різних ігрових амплуа. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2019. № 4. С. 58–63. doi: 10.32540/2071-1476-2019-4-058
44. Лизогуб В. С., Пустовалов В. О., Гречуха С. В., Шпанюк В. В. Реалізація відбору футболістів високої кваліфікації за показниками біоенергетичного метаболізму. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2018. № 3. С. 72–77.

45. Лизогуб В. С., Шпанюк В. В. Інноваційний підхід визначення та оцінки спеціальної підготовленості футболістів високої кваліфікації. *Science and Education*. 2017. № 8. Р. 15–22.
46. Лизогуб В. С., Шпанюк В. В., Нечипоренко Л. А., Пустовалов В. О., Хоменко С. М., Кожемяко Т. В. Використання телеметричних систем для контролю за станом функціональної підготовленості спортсменів. *Актуальні проблеми фізичної культури, спорту і здоров'я* : матеріали міжнар. наук. інтернет-конф.; 27–28 травня. Черкаси, 2020. С. 93.
47. Лизогуб В. С., Шпанюк В. В., Пустовалов В. О., Кожемяко Т. В. Зв'язок фізичної працездатності та біоенергетичних механізмів забезпечення ігрової діяльності футболіста. *Вісник Черкаського університету. Біологічні науки*. 2020. № 2. С. 66–76.
48. Лизогуб В. С., Шпанюк В. В., Пустовалов В. О., Кожемяко Т. В., Безкопильний О. П. Резервні можливості кардіореспіраторної системи у футболістів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи. *Вісник Черкаського університету. Біологічні науки*. 2022. № 2. С. 88–96. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2022-1-34-43>
49. Лизогуб В. С., Шпанюк В. В., Пустовалов В. О., Кожемяко Т. В., Нечипоренко Л. А. Взаимосвязь индивидуально-типологических свойств центральной нервной системы с физической работоспособностью футболистов. *Актуальные проблемы физического воспитания, спорта и туризма*: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. Мозырь: МГПУ им. И. П. Шамякина, 2020. С. 198–200.
50. Лизогуб В. С., Шпанюк В. В., Пустовалов В. О., Кожемяко Т. В., Нечипоренко Л. А. Физическая работоспособность и биоэнергетические характеристики футболистов различных игровых амплуа. Материали міжнарод. юбил. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Гомельського гос. ун-та ім. Франциска Скорины. Гомель: ГГУ ім. Ф. Скорины, 2020. Ч. 2. С. 132–135.

51. Лизогуб В. С., Шпанюк В. В., Пустовалов В. О., Кожемяко Т. В., Супрунович В. О. Чи результати сенсомоторного реагування відображають типологічні властивості центральної нервової системи. *Вісник Черкаського університету. Біологічні науки*. 2021. № 1. С. 69–77. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2021-1-69-77
52. Лизогуб, В. С., Хоменко С. М., Безкопильний О. П. Нейродинамічні властивості людини та методика їх дослідження. Черкаси, 2019. 136 с.
53. Лисенко О., Федорчук С. Реакція кардіореспіраторної системи за умов фізичних навантажень різного характеру в залежності від фізіологічної реактивності і стомлення. *Спортивна наука та здоров'я людини*. 2019. № 2. С. 27–32.
54. Лисенко О., Федорчук С., Колосова О., Виноградов В. Вплив вегетативної регуляції серцевого ритму на прояв фізичної працездатності кваліфікованих спортсменів (І повідомлення). *Спортивна наука та здоров'я людини*. 2020. № 1. С. 70–87.
55. Лисенко О. М. Оптимізація фізіологічної реактивності системи дихання в процесі адаптації до напруженої м'язової діяльності : автореф. дис. ... д-ра біол. наук : 03.00.13. Київ, 2013. 43 с.
56. Лисенчук Г. А. Управление подготовкой футболистов: монография. Киев: Олимпийская литература, 2003. 217 с.
57. Макаренко М. В., Лизогуб В. С., Безкопильний О. В. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології людини. Черкаси : Вертикаль, 2014. 102 с.
58. Макаренко М. В. Зв'язок успішності психомоторної діяльності з викликаною активністю мозку людей з різними індивідуально-типологічними властивостями вищих відділів центральної нервової системи. *Фізіологічний журнал*. 2014. № 3. С. 65–66.
59. Макаренко М. В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини. *Фізіологічний журнал*. 1999. Т. 45, № 4. С. 123–131.



60. Макаренко Н. В. Латентный период сенсомоторной реакции у лиц с различной функциональной подвижностью нервной системы. Журнал высшей нервной деятельности. 1984. Т. 34, вып. 6. С. 1041–1046.
61. Макаренко Н. В. Психофизиологические функции человека и операторский труд. Киев: Наук. думка, 1991. 216 с.
62. Макаренко М. В., Лизогуб В. С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини. Черкаси : Вертикаль, 2011. 256 с.
63. Макаренко М. В., Панченко В. М. Сенсомоторна реактивність у людей з різними властивостями основних нервових процесів. *Вісник Нац. ін-ту оборони України*. 2012. Вип. 4. С. 188–193.
64. Маліков Н. В., Богдановська Н. В., Бойченко К. Ю., Зміни у структурно-функціональній організації серця гандболістів під впливом систематичних фізичних навантажень. *Фізіологічний журнал*. 2020. Т. 66, № 5. С. 23–29.
65. Мищенко В. С., Лисенко Е. Н., Виноградов В. Е. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте. Киев: Науковий світ, 2007. 351 с.
66. Мітова О. О. Теоретико-методичні основи контролю в командних спортивних іграх в процесі багаторічного вдосконалення: дис. ... д-ра наук. з фіз. виховання і спорту : 24.00.01 / НУФВіСУ. Київ, 2021. 594 с.
67. Міщенко В. С. Психофізіологічний стан висококваліфікованих спортсменів з різним рівнем нейродинамічних функцій. *Вісник Черкаського університету*. 2017. № 2. С. 45–53.
68. Николаенко В. В., Шамардин В. Н. Многолетняя подготовка юных футболистов. Путь к успеху: учеб-метод. пособие. Киев: Саммит-книга, 2015. 360 с.
69. Николаенко В. В. Рациональная система многолетней подготовки футболистов к достижению высшего спортивного мастерства: монография. Киев : Саммит-книга, 2014. 336 с.
70. Оцінювання психофізіологічних станів у спорті: монографія / Г. Коробейніков та ін. Львів : ЛДУФК, 2013. 312 с.

71. Палабийик А. А. Взаємодія центральної та автономної нервової системи : дис. ... д-ра філос. : 091. Київ, 2021. 189 с.
72. Панченко В. М. Індивідуальні психофізіологічні відмінності та їх значення у професійному відборі кандидатів на військову службу в особливих умовах : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.13. Київ, 2003. 16 с.
73. Платонов В. М. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов. Киев: Олимпийская литература, 2017. 656 с.
74. Пустовалов В. О. Фізична підготовленість учнів середнього шкільного віку з рівнем фізичного розвитку та властивостями нейродинамічних функцій : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання і спорту : 24.00.02. Дніпропетровськ, 2009. 20 с.
75. Пшибыльский В., Мищенко В. Функциональная подготовленность высококвалифицированных футболистов. Киев: Наук. світ, 2005. 162 с.
76. Ровний А. С., Ільїн В. М., Лизогуб В. С., Ровна О. О. Фізіологія спортивної діяльності : підручник. Харків : ХНАДУ, 2015. 556 с.
77. Ровний А. С., Лизогуб В. С. Психосенсорні механізми управління рухами спортсменів : монографія. Харків : ХНАДУ, 2016. 359 с.
78. Романюк В. П., Федецький А. Прогнозування та моделювання у футболі за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2017. 192 с.
79. Сагач В. Ф., Дроздовська С. Б. та ін. Зміни біохімічних показників та мітохондріального фактора крові спортсменів-любителів під впливом марафонського бігу. *Фізіологічний журнал*. 2019. Т. 65, № 5. С. 20–27.
80. Сергиенко Л. П. Основы спортивной генетики : учебник. Москва : Высш. шк., 2004. 631 с.
81. Сосновський В. В., Пастухова В. А., Філіппов М. М., Ільїн В. М. Аналіз спектрів потужності варіабельності серцевого ритму у спортсменів під час початкової адаптації до умов гірської гіпоксії. *Science and Education a New*

*Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2018. Vol. 6(22), is. 186. P. 42–44.  
<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-186VI22-11>

82. Тронь Р. А., Ільїн В. М., Бицюра Р. В. Контроль фізичної підготовленості кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у бойовому самбо. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2013. № 10. С. 80–83.
83. Уилмор Дж. Костилл Д. Физиология спорта и двигательной активности: учеб. пособие. Киев: Олимпийская литература, 2001. 503 с.
84. Філіппов М. М., Ільїн В. М., Портниченко В. І., Лук'янцева Г. В. Системні зміни в організмі спортсменів, які впливають на масоперенесення респіраторних газів при м'язовій діяльності в горах. *Вісник проблем біології і медицини*. 2019. Вип. 2, т. 2(151). С. 64–71. [doi.org/10.29254/2077-4214-2019-2-2-151-64-71](https://doi.org/10.29254/2077-4214-2019-2-2-151-64-71)
85. Харченко Д. М. Норма психофізіологічних функцій у студентів з відносною потужністю основних нервових процесів : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.13 / Київський ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ, 1998. 16 с.
86. Хоменко С. М. Розумова діяльність в умовах обробки зорової інформації різного ступеня складності та успішності навчання учнів з різними типологічними властивостями вищої нервової діяльності : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.13 / Черкаський нац. ун-т ім. Богдана Хмельницького. Черкаси, 2004. 155 с.
87. Черненко Н. П., Палабійк А. А., Пуствалов В. О, Шпанюк В. В. Спосіб визначення та оцінка розумової працездатності за умови переробки інформації різної модальності. Матеріали чергового VIII з'їзду Укр. біофіз. т-ва. Київ ; Луцьк, 2019. С. 39.
88. Шамардин В. Н. Виноградов В. Е., Дяченко А. Ю. Физическая подготовка футболистов высокой квалификации. Киев : НВФ, 2017. 170 с.
89. Шамардин В. М. Технологія управління системою багаторічної підготовки футбольних команд вищої кваліфікації спорту : автореф. дис. ... д-ра наук з фіз. виховання і спорту : 24.00.01. Львів, 2013. 35 с.

90. Шпанюк В. В. Зв'язок індивідуально-типологічних властивостей ЦНС з ехо-кардіоскопічними показниками серця футболістів високої кваліфікації. *Вісник Черкаського університету. Біологічні науки*. 2021. № 2. С. 88–96. doi: 10.31651/2076-5835-2018-1-2021-2-88-95
91. Шпанюк В. В., Лизогуб В. С., Пустовалов В. О., Хоменко С. М., Кожемяко Т. В., Боєчко Ф. Ф. Фізична працездатність та її зв'язок з індивідуально-типологічними властивостями центральної нервової системи. *Вісник Черкаського університету. Біологічні науки*. 2019. Вип. 2. С. 84–92. doi:10.31651/2076-5835-2018-1-2019-2-81-89
92. Юхименко Л. І. Психофізіологічні функції людей зрілого віку : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.13. Київ, 2004. 20 с.
93. Юхименко Л. І. Системна взаємодія мозку і серцево-судинної системи як основа індивідуальних типологічних особливостей людини : автореф. дис. ... д-ра біол. наук : 03.00.13. Київ, 2021. 40 с.
94. Astrand P. O., Rodahl K. Evaluation of physical performance on the basis of tests. *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise*. 3rd ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1986. P. 354–387.
95. Aziz A. R. Chia M. Y. H., The K. C. Measured maximal oxygen uptake in a multi-stage shuttle test and treadmill-run test in trained athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2005. Vol. 45. P. 306–314.
96. Bangsbo J. The physiology of soccer-with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl*. 1994. P. 1–155.
97. Bezuhaia V. V. Overexertion of the cardiovascular system in athletes: causes, symptoms, diagnosis, prevention. *Sci Olympic Sport*. 2016. Vol. 1. P. 33–39.
98. Bloomfield J., Polman RCJ., O'Donoghue PG. Physical demands of different positions in FA Premier League football. *J Sports Sci Med*. 2007. Vol. 6(1). P. 63–70.
99. Boguszewski D., Ochala A., Adamczyk J., et al. Physical activity of physiotherapy students at the medical university of Warsaw. *Health Problems of Civilization*. 2021. Vol. 15(1). P. 48–53.

100. Bompo T. Total training for young champions. USA : Human Kinetics, 2001. 244 p.
101. Bosquet L., Leger L. Legros P. Methods to determine aerobic endurance. *Sports Medicine*. 2002. Vol. 32(1). P. 675–700.
102. Bradley M. M., Lang P. J. The international affective picture system (IAPS) in the study of emotion and attention. *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*. Oxford Univ. Press, Oxford, 2007. P. 29–46.
103. Bradley P., Mascio M. D., Mohr M., Fransson D., Wells C., Moreira A., Castellano J., Gomez A., . Ade J. D. Can modern football match demands be translated into novel training and testing modes? *Football science evolution. Aspetar sports medicine journal*. 2019. P. 46–52.
104. Bradley P., Sheldon W., Wooster B., Olsen P., Boanas P., Krusturup P. High-intensity running in English FA Premier League, soccer matches. *Journal of Sports Sciences*. 2009. Vol. 27(2). P. 159–168.
105. Calle-Jaramillo G. A., Gonzalez-Palacio E. V., PerezMendez L. A., Rojas-Jaramillo A., Gonzalez-Jurado J. A. Design and Validation of a Test to Evaluate the Execution Time and Decision-Making in Technical-Tactical Football Actions (Passing and Driving). *Behav. Sci.* 2023. Vol. 13. P. 101. <https://doi.org/10.3390/bs13020101>
106. Camici P. G., Olivotto I., Rimoldi O. E. The coronary circulation and blood flow in left ventricular hypertrophy. *J Mol Cell Cardiol*. 2012. Vol. 52(4). P. 857–864.
107. Carey D., Drake M., Pliego G. and Raymond R. Do hockey players need aerobic fitness? Relation between VO<sub>2</sub>max and fatigue during high-intensity intermittent ice skating. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007. Vol. 21(3). P. 963–966.
108. Castagna C., Impellizzeri F. M., Chamari K., Carlomagno D., Rampinini E. Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: a correlation study. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006. Vol. 20(2). P. 320–325.

109. Chizh N. A. Physiological interpretation of heart rate variability spectral analysis data. *Fiziol Zh.* 2019. Vol. 65(2). P. 31–42. doi: 10.3389/fneur.2019.00545
110. Coutinho D., Kelly A. L., Santos S., Figueiredo P., Pizarro D., Travassos B. Exploring the Effects of Tasks with Different Decision-Making Levels on Ball Control, Passing Performance, and External Load in Youth Football. *Children.* 2023. Vol. 10. P. 220. <https://doi.org/10.3390/children10020220>
111. Da Silva J. F., Dittrich N., Guglielmo L. Aerobic evaluation in football. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2011. Vol. 13(5). P. 384–391.
112. David P., Laval D., Terrien J., Petitjean M. Postural control and ventilatory drive during voluntary hyperventilation and carbon dioxide rebreathing. *European Journal of Applied Physiology.* 2012. Vol. 112, is. 1. P. 145–154.
113. Dekerle J., Mucci P., Carter H. Influence of moderate hypoxia on tolerance to high-intensity exercise. *European Journal of Applied Physiology.* 2012. Vol. 112, is. 1. P. 327–335.
114. Dellal A., Diniz da Silva C., Hill-Haas S., Wong DP., Natali AJ., De Lima J., Bara Filho M., Marins J., Garcia ES., Chamari K. Heart Rate Monitoring in Football: Interest and Limits During Competitive Match Play and Training, Practical Application. *J Strength Con Res.* 2012. Vol. 26(10). P. 2890–2906.
115. Di Mascio M., Bradley PS. Evaluation of the most intense high-intensity running period in English FA premier league football matches. *J Strength Cond Res.* 2013. Vol. 27(4). P. 909–915.
116. Drozdovska S. B., Lysenko O. M., Dosenko V. E., Ilyin V. N. Dependence of aerobic performance of athletes on polymorphism of genes. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine.* 2015. N 1. P. 65–73.
117. Edelman G. M., Seth A. K., Izhikevich E., Reeke G. N. Theories and measures of consciousness: an extended framework. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2006. Vol. 103(28). P. 10799–10804.
118. Eysenck H. J. Novi pohled na inteligenciju. *Rev. Psychol.* 1993. № 1-2. P. 35–39.

119. Farahani J. J., Javadi A. H., Barry V. O., Walsh V. Effectiveness of above real-time training on decision-making in elite football: A dose-response investigation. *Progress in Brain Research*. 2017. Vol. 234. P. 101–116.
120. Fedorchuk S., Lysenko O., Romanyuk V. Neurodynamic properties and psychological characteristics of high qualification sport ships with different sports trainings. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv-Problems of Physiological Functions Regulation*. 2018. Vol. 24(1). P. 27–31.
121. Gamble P. Strength and conditioning for team sports: sports-specific physical preparation for high performance. 2nd ed. Kindle, 2013. 304 p.
122. Gaudino P., Alberti G. Iaia F. M. Estimated metabolic and mechanical demands during different small-sided games in elite soccer players'. *Human Movement Science*. 2014. Vol. 36. P. 123–133. doi: 10.1016/j.humov.2014.05.006.
123. Glantz S. A. Primer of Biostatistics. New York : McGraw-Hill, 2012. 327 p.
124. Gnezditskiy V. V., Shamshinova A. M. Brain evoked potentials in clinical practice. Moscow : Medpress-inform, 2003.
125. Gray J. A. Brain Systems that Mediate both Emotion and Cognition. *Cognit. Emot.* 1990. № 4. P. 269–288.
126. Hoff J., Wisloff V., Engen L. C., Kemi O. J., Helgerud J. Soccer specific aerobic endurance training. *Sports Med.* 2002. Vol. 36(3). P. 218–221.
127. Jemni M., Prince M. S., Baker J. S. Retraction Note: Assessing cardiorespiratory fitness of soccer players: is test specificity the issue?—a review. *Sports Med.* 2019. Vol. 42. P.28. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0217-9>
128. Jones N. L. Clinical exercise testing. 3rd ed. Philadelphia : W. B. Saunders, 2008.
129. Kalnysh V. V., Shvets A. V., Maltsev O. V. Peculiarities of assessment and prediction of spontaneous recovery of psychophysiological functions in combatants. *Ukrainian Military Medical Academy*. 2018. N 2(55). P. 29–39. <https://doi.org/10.33573/ujoh2018.02.029>

130. Kalnysh W. Physiological and hygienic features of the process of rehabilitation of servicemen after being in the combat zone. Vinnytsia : Mercury-Podillya LLC, 2020.
131. Kivezhdi K. B., Feketa V. P., Palamarchuk O. S., Savka Yu. M., Gleba L. A. Heart rate variability under the influence of diaphragmatic breathing in the biofeedback mode. *Fiziol Zh.* 2016. Vol. 62(4). P. 66–75. doi.org/10.15407/fz65.05.028
132. Klimesch W. Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends Cogn. Sci.* 2012. Vol. 16, № 12. P. 241–257.
133. Kozina Z., Jagiello W, Jagiello M. Determination of sportsmen's individual characteristics with the help of mathematical simulation and methods of multi-dimensional analysis. *Pedagogics, psychology, medical biological problems of physical training and sports.* 2015. № 12. P. 41–50. <http://dx.doi.org/10.15561/18189172.2015.1207>
134. Lizohub V. S., Pustovalov V. O., Kozhemyako T. V., Chernenko N. P., Shpanyuk V. V. Model characteristics of neurodynamic, bioenergetic properties, physical and technical-tactical preparation of highly qualified football players. *Natural and Technical Sciences.* 2019. Vol. Vol. 7(23), is. 193. P. 59–64. <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-15>
135. Lysenko O., Fedorchuk S., Tukaiev S. Neurodynamic and psychological characteristics of highly skilled athletes with different levels of mobilization in the reaction to the moving objects. *European Psychiatry.* 2019. Vol. 56. P. S679. <https://epa-congress.org/2019/abstracts/abstract-book-2019>
136. Lysenko O., Tukaiev S., Dolgova O., Van Den Tol A. J. M., Ruzhenkova A., Fedorchuk S., Ivaskevych D., Shynkaruk O., Denysova L., Usychenko V., Iakovenko O., Byshevets N., Serhiyenko K., Voronova V. Individual psychological determinants of stress resistance in rock climbers. *Journal of Physical Education and Sport.* 2020. Vol. 20, is. 1. P. 469–476. DOI:10.7752/jpes.2020.s1069



137. Lyzohub V., Kozhemiako T., Khomenko S., Pustovalov V., Shpaniuk V. Physical activity of elite football players using different regimes of energy metabolism. *Health Problems of Civilization*. 2021. Vol. 15(3). P. 202–210. <https://doi.org/10.5114/hpc.2021.107781>
138. Lyzohub V., Kozhemiako T., Khomenko S., Pustovalov V., Shpaniuk V. Physical activity of elite football players using different regimes of energy metabolism. *Health Problems of Civilization*. 2021. Vol. 15(3). P. 202–210. <https://doi.org/10.5114/hpc.2021.107781>
139. Lyzohub V., Kozhemiako T., Khomenko S., Pustovalov V., Shpaniuk V. Structural and functional reorganization of the heart and its relationship with physical activities in elite football players. *Health Problems of Civilization*. 2022. Vol. 16(2). P. 147–155. DOI: <https://doi.org/10.5114/hpc.2022.116587>
140. Makarchuk N., Maksimovich K., Kravchenko V., Kryzhanovskii S. Modifications of EEG Activity Related to Perception of Emotionally Colored, Erotic, and Neutral Pictures in Women during Different Phases of the Ovulatory Cycle. *Neurophysiology*. 2011. Vol. 42, N 5. P. 362–370.
141. Michalčíková T, Vorlíček M, Pechová J, Jakubec L, Frömel K, Neumannová K. Physical activity of physiotherapy students and the role of device-based monitoring in their future clinical practice: a cohort study. *Health Problems of Civilization*. 2020. Vol. 14(2). P. 107–117. doi:10.5114/hpc.2020.94271.
142. Miyagi O., Ohashi J., Kitagawa K. Motion characteristics of an elite football player during a game. *J Sports Sci*. 1999. Vol. 17(10). P. 816.
143. [Monèm J.](#), [Prince M.](#), [Baker J.](#) Assessing cardiorespiratory fitness of soccer players: is test specificity the issue?—a review. [Sports Medicine](#). 2018. Vol. 4. P. 28. DOI:[10.1186/s40798-019-0217-9](https://doi.org/10.1186/s40798-019-0217-9)
144. Moran A. Cognitive psychology in sport: progress and prospects. Psychology of Sport and Exercise. *Psychology of Sport and Exercise*. 2009. N 4. P. 420–426.
145. Morenko A., Morenko O., Dmytrotsa O., Poruchynsky A., Korzhyk, O. Changes in electroencephalogram (EEG) power during subdominant (left) hand finger movements in females with different alpha rhythm characteristics. *Health*

- Problems of Civilization.* 2020. Vol. 14(1). P. 63–69.  
<https://doi.org/10.5114/hpc.2020.93295>
146. Nikhil S., Kegan J. M., Christle J. W., Hadley D., Plews D., Froelicher V. Heart rate variability: an old metric with new meaning in the era of using mHealth technologies for health and exercise training guidance. *Arrhythm Electrophysiol Rev.* 2018. Vol. 7(4). P. 247–255. doi: 10.15420/aer.2018.30.2.
147. Older P., Smith R., Hall A., French C. Preoperative cardiopulmonary risk assessment by cardiopulmonary exercise testing. *Crit. Care Resusc.* 2000. Vol. 2(3). P. 198–208.
148. Owen A. Football periodization to maximise performance. Soccertutor.com Ltd, 2022. 244 p.
149. Owen A. L., Dellal A. Football conditioning. A modern scientific approach. Soccertutor, 2016. 196 p.
150. Owen A. L., Djaoui L., Newton M., Malone S. Mendes B. A contemporary multi-modal mechanical approach to training monitoring in elite professional soccer. *Science and medicine In football.* 2017. Vol. 1(3). P.216–221.
151. Papp K. High Intensity Soccer Play. Budapest : Sport Generation, 2019. 122 p.
152. Reilly T., Bangsbo J., Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite football. *J Sports Sci.* 2000. Vol. 18(9). P. 669–683.
153. Schmied C., Borjesson M. Sudden cardiac death in athletes. *J. Intern. Med.* 2014. Vol. 275, N 2. P 93–103. doi: 10.1111/joim.12184.
154. Semjon M., Botek M., Svozil Z., McKune A. J. Positional differences in the cardiorespiratory, autonomic, and somatic profiles of professional soccer players. *Acta Gymnica.* 2016. P. 1–8.
155. Shaffer F., Ginsberg J. P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health.* 2017. Vol. 5. P. 258. doi: [10.3389/fpubh.2017.00258](https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258)
156. Shephard R. J. Tests of maximum oxygen intake, a critical review. *Sports Med.* 1984. Vol. 1. P. 99–124.

157. Sosnovskiy V. V., Pastukhova V. A., Ilyin V. N. Characteristics of functional states of the organism's regulatory systems in middle- distance runners during long-time adaptation to conditions of mid-range altitude. *Fiziol Zh.* 2018. Vol. 64(6). P. 55–62. doi: 10.31651/2076-5835-2018-1-46-53
158. Sperry R. W. Mind-brain interaction: mentalism, yes; dualism, no. *Neuroscience.* 1980. Vol. 5. P. 195–206.
159. Stolen T., Chamari K., Castagna C., Wisloff U. Physiology of football: An update. *Sports Med.* 2005. Vol. 35. P. 501–536.
160. Strelay J., Angleitner A., Bantelmann J., Ruch W., The Temperament Inventory – Revised (STI – R): Theoretical considerations and scale development. *Europ. Journ. Personality.* 1990. Vol .4. P. 209–213.
161. Stroyer, I., Hansen, K., Hansen, H. Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Med Sci Sports Exerc.* 2004. Vol. 36 (1). P. 168–174.
162. Svensson M., Drust B. Testing soccer players. *J Sports Sci.* 2005. Vol. 23. (6). P. 601–618. DOI: 10.1080/02640410400021294
163. Tovinkere V., Qian R. J. Detecting semantic events in soccer games: towards a complete solution. *Int. Conf. on. Mult. and Expo (ICME)Ю* 2014. P. 864–875.
164. Vinnichuk Y. D., Polischchuk A. O., Goshovska Y. V., Sokolova O. S., Drozdovska S. B. Changes in biochemical parameters and mitochondrial factor in blood of amateur athletes under influence of marathon running. *Фізіологічний журнал.* 2019. Т. 5, № 65. С. 20–27.
165. Wasserman K., Hansen E., Sue D. Y. Exercise testing and interpretation. Lippicott Williams&Wilkins, 2005. P. 228–237.
166. West B. J., Turalska M. Hypothetical Control of Heart Rate Variability *Frontiers in Physiology.* 2019. Vol. 10. P. 1–9. doi: 10.3389/fphys.2019.01078
167. Whipp B. J., Ward S. A, Wasserman K. Respiratory markers of the anaerobic threshold. *Adv. Cardiol.* 1986. Vol. 35. P. 47–64.
168. Willmore J. H., Costill D. L., Kenney L.W. Physiology of sport and exercise. Champaign, IL: Human Kinetics, 2012. 621 p.

169. Wisloff U., Williams C. A., Oliver J. L., Lloyd R. S. Talent development. Strength and conditioning for young athletes: Science and application. London, 2014. P. 33–46.
170. Wisloff, U., Helgerud, J., Hoff, J. Strength and endurance of elite soccer players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2008. Vol. 36(3). P. 462–467.
171. Yukhymenko L. I., Makarchuk M. Y., Lizogub V. S. Specificities of Cortical Processing of Visual Information in Subjects with Hearing Deprivation (Congenital Deafness). *Neurophysiology.* 2019. Vol. 51(5). P. 352–360.
172. Zacharko M., [Konefał M.](#), [Radzimiński Ł.](#), [Chmura P.](#), [Błażejczyk K.](#), [Chmura J.](#), [Andrzejewski M.](#) Direction of travel of time zones crossed and results achieved by soccer players. The road from the 2018 FIFA World Cup to UEFA EURO 2020. *Res Sports Med.* 2022. Vol. 30(2). P. 145–155. DOI: [10.1080/15438627.2020.1853545](https://doi.org/10.1080/15438627.2020.1853545)
173. Zavorodnia V. A., Androshchuk O. I., Kharchenko T. H., Kudii L. I., Kovalenko S. O. Haemodynamic effects of hyperventilation on healthy men with different levels of autonomic tone. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2020. Vol. 11(1). P. 13–21.

## Додаток А

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор

з наукової роботи

Запорізького національного університету

д-р фіз. н., проф. Васильчук Г.М.

«28» лютого 2023 р.

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи  
здобувача Шпанюка Віталія Васильовича

1. **Найменування пропозиції до впровадження:** «Індивідуальні особливості фізіологічної реактивності та фізичної працездатності спортсменів з різними типологічними властивостями нервової системи»
2. **Установа:** Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, кафедра анатомії, фізіології та фізичної реабілітації
3. **Джерела інформації :**
  1. V. S. Lizohub, V. O. Pustovalov, T. V. Kozhemyako, N. P. Chernenko, V.V. Shpanyuk. Model characteristics of neurodynamic, bioenergetic properties, physical and technical-tactical preparation of highly qualified football players Natural and Technical Sciences, VII (23), ISSUE 193, 2019 Feb. BUDAPEST. 2019. С. 59-64. <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-193VII23-15>
  2. Шпанюк В.В., Лизогуб В.С., Пустовалов В.О., Хоменко С.М., Кожемяко Т.В., Боечко Ф.Ф. Фізична працездатність та її зв'язок з індивідуально-типологічними властивостями центральної нервової системи Вісник Черкаського університету. – Серія «Біологічні науки». Вип. 2. 2019. С.84-92. doi:10.31651/2076-5835-2018-1-2019-2-81-89
  3. Лизогуб В.С., Шпанюк В.В., Пустовалов В.О., Кожемяко Т.В., Безкопильний О.П. Резервні можливості кардіореспіраторної системи у футболістів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. 2022; № 2: 88-96 (Україна). doi: <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2022-1-34-43>
  4. Черненко Н.П., Палабіїк\* А.А., Пустовалов В.О., Шпанюк В.В. Спосіб визначення та оцінка розумової працездатності за умови переробки інформації різної модальності Матеріали чергового VIII з'їзду Українського біофізичного товариства Київ, 12-15. 11. 2019 р. С .39.
4. **Де та коли впроваджено:** На кафедрі фізичної терапії та ерготерапії Запорізького національного університету в лекційному курсі та проведення практичних занять.
5. **Результати впровадження:** Впровадження результатів дослідження сприятиме оновленню теоретичних і методичних підходів на проблему фізіологічних процесів та механізмів забезпечення фізичної працездатності спортсменів та рухової активності різних груп населення.

**6. Термін впровадження:** 2022-2023н. р.

**7. Базова установа, яка проводить впровадження:** кафедра фізичної терапії та ерготерапії Запорізького національного університету.

**8. Зауваження та пропозиції:** не вносились.

Відповідальний за впровадження:

завідувач кафедри

фізичної терапії та ерготерапії

Запорізького національного університету,

д.б.н., професор



Н.В.Богдановська

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор  
з наукової роботи

Придніпровської державної академії  
фізичної культури

Міністерство освіти і науки України

д. фіз.вих, проф. Москаленко Н.В.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.



### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

матеріалів дисертаційної роботи  
здобувача Шпанюка Віталія Васильовича

1. **Найменування пропозиції до впровадження:** «Індивідуальні особливості фізіологічної реактивності та фізичної працездатності спортсменів з різними типологічними властивостями нервової системи»
2. **Установа :** Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, кафедра анатомії, фізіології та фізичної реабілітації
3. **Джерела інформації :**
  1. Lyzohub V., Kozhemiako T., Khomenko S., Pustovalov V., Shpaniuk V. Structural and functional reorganization of the heart and its relationship with physical activities in elite football players // Health Problems of Civilization. 2022;16(2): 147-155. (Web of Science) DOI: <https://doi.org/10.5114/hpc.2022.116587>
  2. Шпанюк В.В. Зв'язок індивідуально-типологічних властивостей ЦНС з ехо-кардіоскопічними показниками серця футболістів високої кваліфікації Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. 2021; № 2: 88-96 (Україна). doi: 10.31651/2076-5835-2018-1-2021-2-88-95
  3. Лизогуб В.С., Нечипоренко Л.А., Пустовалов В.О., Шпанюк В.В., Халявко Р. Нейродинамічні властивості у футболістів різних ігрових амплуа Науково-практичний журнал. Спортивний вісник Придніпров'я, № 4. 2019. С. 58 – 63. doi: 10.32540/2071-1476-2019-4-058
4. **Де та коли впроваджено:** На кафедрі спортивних ігор Придніпровської державної академії фізичної культури в лекційному курсі та практичних заняття.
5. **Результати впровадження:** Впровадження результатів дослідження сприятиме оновленню теоретичних і методичних підходів на проблему фізіологічних процесів та механізмів забезпечення фізичної працездатності та резервних можливостей спортсменів та активності різних груп населення.

- 6. Термін впровадження:** 2023 р.
- 7. Базова установа, яка проводить впровадження:** кафедра спортивних ігор Придніпровської державної академії фізичної культури.
- 8. Зауваження та пропозиції:** не вносились.

Відповідальний за впровадження  
завідувач кафедри спортивних ігор  
Придніпровської державної академії  
фізичної культури і спорту,  
д.фіз.вих, професор



О.О. Мітова



## Додаток В

**ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ  
ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ**

№ п/п	Назва конференції	Форма участі
1.	Адаптаційні можливості дітей та молоді. Матеріали 12-й Міжнародної науково-практичної конференції, Одеса, 13-14.09.2018.	Доповідь, Публікація
2.	Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Актуальні проблеми фізичної культури, спорту, фізичної терапії та ерготерапії: біомеханічні, психофізіологічні, та метрологічні аспекти», 05.2018 р. Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, 17.05.2018 р.	Доповідь, Публікація
3.	20-й З'їзд Українського фізіологічного товариства, Київ, 27-30 травня, 2019 р.	Доповідь, Публікація
4.	Матеріали чергового VIII з'їзду Українського біофізичного товариства Київ – Луцьк, 12-15 листопада 2019 року.	Публікація
5.	Адаптаційні можливості дітей та молоді. Матеріали 13-й Міжнародної науково-практичної конференції, Одеса, 10-11.09.2020.	Доповідь, Публікація
6.	Медико-біологічні проблеми фізичного виховання різних груп населення, ерготерапії, інклюзивної та спеціальної освіти: матеріали VI науково-практичної конференції, Луцьк, 9 грудня 2020 р.	Публікація