

**Шпанюк Віталій Васильович**

аспірант кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації  
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

shpany@ukr.net

coach7194@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1147-8603>

## **ЗВ'ЯЗОК ІНДИВІДУАЛЬНО-ТИПОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЦНС З ЕХО-КАРДІОСКОПІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ СЕРЦЯ ФУТБОЛІСТІВ ВИСОКОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ**

*Виявлені відмінності за показниками ЕХО-кардіоскопії у футболістів та не спортсменів з різними індивідуально-типологічними властивостями ЦНС. У не спортсменів встановили статистично вірогідні різниці середніх значень КДО, КСО, СВ та ФВ для груп з різними градаціями кореляції ФРНП (0,37-0,56). У групах футболістів між досліджуваними перемінними таких відмінностей не виявлено.*

**Ключові слова:** *серцево-судинна система, функціональна рухливість нервових процесів, спортсмени, не спортсмени.*

### **Постановка проблеми. Аналіз останніх публікацій**

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 [1, 2, 3]. Тому подальше вивчення проблеми зв'язку між функціональними характеристиками серцево-судинної системи за ЕХО-показниками ЕХО-кардіоскопія та їх зв'язок з індивідуально-типологічними властивостями ЦНС обумовлено теоретичною та практичною необхідністю.

Аналіз літератури показав, що найбільш вагому роль у підготовці футболістів, поряд з високим рівнем техніко-тактичної підготовленості, відіграє спеціальна швидкісно-силова витривалість, а також загальна витривалість [4, 5]. Враховуючи той факт, що для сучасного футболу характерним є подальше підвищення інтенсивності ведення матчу, збереження високої щільності техніко-тактичних дій та можливе їх зростання в останні хвилини гри, особливого значення набуває спеціальна витривалість футболіста. Вона повинна базуватись на відповідному рівні розвитку як аеробних, так і анаеробних можливостей, оскільки характер змагальної діяльності футболіста передбачає з одного боку максимальну інтенсивність, тобто значну активацію анаеробних механізмів енергозабезпечення, а з іншого – достатню тривалість гри, що висуває високі вимоги до потужності аеробного енергозабезпечення [6]. За результатами наших досліджень та інших авторів гра у футбол супроводжується збільшенням ЧСС до 190 – 210 уд·хв<sup>-1</sup> [7], зростанням споживання кисню до 90 – 100% від МСК та концентрації лактату крові до 8,34 – 14,0 ммоль·л<sup>-1</sup> [4].

У кваліфікованих футболістів виявлено високий рівень аеробних можливостей. Рівень МСК у футболістів прем'єр-ліги в середньому становить – 61,27 мл·кг·хв<sup>-1</sup>, у футболістів провідних закордонних команд – 67,05 мл·кг·хв<sup>-1</sup>, що відповідає рівню МСК у кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у велоспорті, академічному веслуванні, лижних перегонах та бігу на середні та довгі дистанції [8, 9]. Зазначені факти свідчать про важливу роль, яку може відігравати відповідне кровопостачання м'язів за рахунок функція

серця, факторів що забезпечують максимальне споживання кисню ( $MCK, \text{мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ ), а отже, і фізичної працездатності футболістів [3]. Найбільше значення у забезпеченні організму киснем має збільшення хвилинного об'єму крові, що реалізується за рахунок максимальної мобілізації резервів серцево-судинної системи [6, 10]. Саме ця система, за певних умов, може бути обмежувальною ланкою в системі транспорту кисню до м'язів [11].

Разом з тим у психофізіології, віковій, спортивній, фізіології та праці, превентивній медицині існують данні, що функціональні показники роботи серця мають достатньо стійкі індивідуальні особливості [12, 13]. Це дає підстави припустити, що функціональні властивості серця у футболістів можуть бути зв'язана з індивідуально-типологічними властивостями ЦНС. Серед чисельних характеристик індивідуально-типологічних властивостей ЦНС особливу зацікавленість має уява про функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) розвинута М.В. Макаренком [14, 15], яка визначає індивідуальні особливості і відмінності в оцінці та способі переробки інформації. Можна передбачити, що ФРНП може знайти своє відображення не тільки в кількості переробленої інформації, а і в особливостях гемодинамічних характеристик серця за умови спортивної діяльності. Припускаємо, що спортсмени з різними індивідуально-типологічними властивостями ЦНС можуть відрізнятися за характеристиками ЕХО-кардіоскопії серця. Наявність між цими досліджуваними властивостями зв'язку, чи відмінностей повинні стати експериментальним доказом інформативності ФРНП у якості валідних критеріїв оцінки функціональних характеристик серця. Усе зазначене вище і обумовило мету роботи.

**Мета.** Встановити зв'язок між індивідуально-типологічними властивостями центральної нервової системи та функціональними можливостями серця за показниками ЕХО-кардіоскопії у футболістів високої кваліфікації.

### Матеріал та методи дослідження

Індивідуально типологічні відмінності та властивості основних нервових процесів визначали за методикою М.В. Макаренка [16] із застосуванням комп'ютерної системи «Діагност-1М». Обстежено 64 футболісти високої кваліфікації 19-26 років. Для порівняння результатів були проведені аналогічні дослідження на 73 особах відповідного віку, які спортом не займаються.

Оцінку стану властивості основних нервових процесів проводили за показником ФРНП. Визначали за цим показником швидкості, кількості і якості пред'явленої та переробленої зорово-моторної інформації з диференціювання позитивних і гальмівних сигналів в режимах «зворотній зв'язок». Для визначення індивідуально-типологічних властивостей ЦНС, так і оцінки швидкісних реакцій, обстежуваним пропонували інструкцію, згідно до якої футболісти повинні були на пред'явлення фігури квадрат як можна скоріше натискати і відпускати кнопку маніпулятора правою рукою, на фігуру коло – лівою, а на фігуру трикутник жодної кнопки не натискати на гальмівний подразник.

Показником рівня ФРНП в режимі «зворотній зв'язок» нами запропонована величина максимальної швидкості переробки 120 сигналів: 40 квадратів, 40 кіл та 40 трикутників, які представляються у випадковому порядку. Даний режим характеризується своїми особливостями. Експозиція кожного наступного сигналу змінюється у сторону збільшення чи зменшення на 20 мс з урахуванням відповіді на попередній сигнал. Після правильної відповіді експозиція сигналу автоматично скорочується, а після неправильної, навпаки подовжується на ту ж величину. Як правило, початкова експозиція починається з 0,9 с, а коливання її здійснюється в межах 0,9 – 0,02 с з постійним інтервалом між пред'явленнями сигналів в 0,2 с. Доведено, чим скоріше обстежуваний виконує запропоноване навантаження з переробки 120 сигналів, тим вища ФРНП.

Функціональний стану системи кровообігу визначався за ЕХО-кардіоскопічними показниками, які досліджували на апараті SIEMENS ACUSON X 300. У стані спокою визначали показники кінцевого діастолічного (КДО, мл) та систолічного об'єму (КСО, мл) крові, серцевого викиду (СВ, мл) та фракції викиду (ФВ, %) [11].

Результати дослідження опрацьовані статистичними програмами Statgraphics, Microsoft Excel. Розраховувались такі статистичні параметри як: середнє арифметичне значення ( $\bar{X}$ ), стандартне відхилення ( $\sigma$ ), похибка середнього ( $\pm m$ ), коефіцієнт парної кореляції Браує-Пірсона; вірогідність відмінностей визначали за критеріями Колмагорова–Смірнова та Краскела–Уоліса ( $p \leq 0,05$ ). Методом кластерного аналізу (кластеризація методом К-середніх) обстежувані були умовно поділені на підгрупи.

### Результати та їх обговорення

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 ЦНС провели дослідження та визначили рівень ФРНП (табл. 1).

**Таблиця 1**

Результати індивідуально-типологічних характеристик та властивостей функціональної рухливості нервових процесів у футболістів та не спортсменів

Групи Досліджуваних	Середні значення ФРНП, с	Розподіл досліджуваних за рівнями ФРНП, %		
		Високий	Середній	Низький
Футболісти (n=64)	60,3± 0,5	45	48	7
Не спортсмени (n=73)	64,5± 0,7	23	57	20
Рівень значущості відмінностей, P	0,043	-	-	-

Встановили, що футболісти високої кваліфікації характеризувались більш високим рівнем ФРНП, ніж їх однолітки не спортсмени. У футболістів був встановлений рівень ФРНП у середньому – 60,3± 0,5 с., а для не спортсменів ця індивідуально-типологічна властивість була статистично на – 4,2 с нижча і становила – 64,5 ± 0,7 с ( $p < 0,043$ ). Встановлено, що найвищі значення ФРНП були встановлені у групі футболістів (53 с), а низькі показники на рівні – 76 с у не спортсменів. Методом кластерного аналізу (кластеризація методом К-середніх) обстежувані були умовно поділені за результатами дослідження ФРНП на три групи: з високим (53 – 60 с), середнім (61 – 68 с) та низьким (69 – 76 с) рівнем. Для кожної групи вираховували середні значення ФРНП і провели порівняльний аналіз, виявляли статистично значущі різниці результатів. Здійснили розподіл обстежуваних за рівнями ФРНП для кожної з досліджуваних груп.

Результати показали, що серед висококваліфікованих футболістів найбільше осіб (45%) було з високим рівнем ФРНП, тоді як серед не спортсменів таких обстежуваних виявилось тільки – 23%. Найбільше обстежуваних у групі не спортсменів було з середнім рівнем ФРНП – (57%). А з низьким рівнем типологічної властивості серед не спортсменів виявилось – 18%, тоді як у групі футболістів осіб з таким рівнем ФРНП було тільки – 7%.

Таким чином, 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.

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.2).

Таблиця 2

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

Групи досліджуваних	Досліджувані показники			
	КДО, мл	КСО, мл	СВ, мл	ФВ,%
Футболісти (n=64)	98,0± 1,33	42,7± 1,10	79,7± 10,4	66,1± 0,48
Не спортсмени (n=73)	74,3± 1,53	37,7± 1,16	57,7± 1,15	38,7± 0,98
Рівень значущості відмінностей, P	0,042	0,038	0,043	0,037

В результаті дослідження встановлено, що величини показників, які характеризують роботу серця, такі як: КДО, КСО, СВ та ФВ у кваліфікованих футболістів значно перевищують значення у нетренованих чоловіків тієї ж вікової групи ( $p = 0,037 - 0,043$ ). Збільшення ударного об'єму крові у відповідь на тренувальні навантаження, що спрямовані на розвиток витривалості, сучасні автори пов'язують зі збільшенням як розмірів серця (що відбувається внаслідок дилатації та гіпертрофії), так і сили серцевих скорочень [1, 10, 13,]. Дилатація камер серця обумовлює збільшення кінцево-діастолічного об'єму, що, відповідно закону Франка-Старлінга, спричиняє більш потужні скорочення міокарду [11].

Кореляційний аналіз не виявив зв'язок у групі спортсменів з жодним з функціональним показником серця. Так, значуща кореляція між КДО мл, КСО мл та СВ мл 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, мл, КСО, мл, СВ, мл та фракцією викиду ФВ, % були у межах значущих величин ( $p = 0,033 - 0,048$ ).

Результати досліджень функціональних характеристик роботи серця за ЕХО-кардіоскопічним методом у групах футболістів з різною градацією індивідуально-типологічних характеристик представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

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	$p = 0,066$	$p = 0,074$	$p = 0,064$	$p = 0,075$

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

Отже, для футболістів за показниками ЕХО-краниографії 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. Результати можуть свідчити, що гемодинамічні показники серця у висококваліфікованих футболістів у стані спокою є самостійними і автоматизованими властивостями організму, які реалізуються без особливої участі вищих відділів ЦНС.

Дослідження функціональних характеристик роботи серця за ЕХО-кардіоскопічним методом у групі не спортсменів з різною градацією індивідуально-типологічних характеристик представлені у таблиці 4.

Таблиця 4

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><math>p = 0,037</math></b>	$p = 0,073$	<b><math>p = 0,041</math></b>	<b><math>p = 0,033</math></b>
В- Н	<b><math>p = 0,026</math></b>	<b><math>p = 0,034</math></b>	<b><math>p = 0,035</math></b>	$p = 0,076$

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

За ЕХО-кардіоскопічними 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 високими 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 ЦНС.

Таким чином, встановлено зв'язок функціональних характеристик серця і індивідуально типологічних властивостей ЦНС 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 ЦНС 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 ЦНС і переходять на більш економні, автономні механізми [17]. Імовірно у стані спокою відсутність зв'язку між індивідуально-типологічними властивостями ЦНС і функціональними показниками роботи серця КДО, КСО, СВ та ФВ може бути обумовлений 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 ЦНС. Тому індивідуальні різниці і кореляційні зв'язки між ними відсутні. 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 [18]. 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 ЦНС.

### Висновки

1. Для висококваліфікованих 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 ЦНС, як і кореляційного зв'язку ( $r = 0,21 - 0,31$ ;  $p = 0,063 - 0,078$ ) між ними. Результати можуть свідчити, 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.

2. 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 ЦНС.

3. Встановлений зв'язок гемодинамічних показників серця і індивідуально типологічних властивостей ЦНС 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.

4. Збільшення 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 серця притаманна футболістам з високим рівнем ФРНП, що проявляється в більших величинах серцевого викиду.

**Перспектива подальших досліджень.** Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні зав'язків показників ЕХО-крадіоскопії футболістів різного рівня кваліфікації з оцінкою ігрової діяльності.

### Список використаної літератури

1. Платонов В.М. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов. Київ: Олімпійська література. 2017. 656 с.
2. Bompa T. Total training for young champions. Human Kinetics, USA. 2000.
3. Пшибыльский В. Мищенко В. Функциональная подготовленность высококвалифицированных футболистов. К.: Науковий світ, 2005. 162 с.
4. Шамардин В.Н. Виноградов В.Е., Дяченко А.Ю. Физическая подготовка футболистов высокой квалификации. К.: ТОВ «НВФ». 2017. 170 с.
5. Stolen T., Chamari K., Castagna C., Wisloff U. Physiology of football. An update. Sports Med. 2005. (35). P. 501-536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
6. Astrand PO., 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.
7. 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

8. Bangsbo J. The physiology of soccer-with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl.* 1994. P. 1-155. PMID: 8059610.
9. Svensson M, Drust B. Testing soccer players. *J Sports Sci.* 2005. Jun. 23. (6). P. 601-18. DOI: 10.1080/02640410400021294
10. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. М.: ФиС. 2008. 208 с.
11. Мищенко В.С., Лисенко Е.Н., Виноградов В.Е. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте. К: Науковий світ. 2007. 351 с.
12. Ровний А.С., Ільїн В. М., Лізогуб В.С., Ровна О.О. Фізіологія спортивної діяльності. Х.: 2015. 556 с.
13. Уилмор Дж. Костилл Д. Физиология спорта и двигательной активности. Учебное пособие: пер. с англ. К.: Олимпийская литература. 2001. 503 с.
14. Макаренко М.В., Лизогуб В.С. Онтогенез психологічних функцій людини. Черкаси, Вертикаль, 2011. 256 с.
15. Лизогуб, В.С., Хоменко С.М, Безкопильний О.П. Нейродинамічні властивості людини та методика їх дослідження. Черкаси, 2019. 136 с.
16. Макаренко М.В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини. *Фізіол. журн.* 1999. Т.45, №4. С.123-131.
17. 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. Серія Біологічні науки.* 2020. Вип. 2. С. 66-76. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2020-2-66-75
18. Міщенко В.С. Психофізіологічний стан висококваліфікованих спортсменів з різним рівнем нейродинамічних функцій. *Вісник Черкаського університету. Серія. Біологічні науки.* 2017. Вип. 2. С. 45-53.

### References

1. Platonov, V.M. (2017). Motor qualities and physical training of athletes. Kiev: Olympic literature. 656 (in Ukr).
2. Bompa, T. (2000). Total training for young champions. Human Kinetics, USA. (in USA).
3. Pshibytsky, V., & Mishchenko, V. (2005). Functional preparedness of highly qualified soccer players. K.: Science World, 162 (in Rus).
4. Shamardin, V.N. Vinogradov, V.E., & Diachenko, A.Yu. (2017). Physical training of footballers of high qualification. K.: TOV "NVF". 170 (in Rus).
5. Stolen, T., Chamari, K., Castagna C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of football. An update. *Sports Med.* (35). P. 501-536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
6. Astrand, P.O., & Rodahl, K. (1986). Evaluation of physical performance on the basis of tests. *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise.* [Physiological Bases of Exercise]. 3rd ed. New York, NY: McGraw-Hill, P. 354-387.
7. Lyzohub, V.S., Shpanyuk, V.V., Pustovalov, V.A., Kozhemyako, T.V. & Suprunovich, V.A. (2021). Whether results of sensorimotor response reflect typical properties of the central nervous system. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Seriya Biolohichni nauky.* [Bulletin of Cherkasy University]. №1. 69-77. (in Ukr). DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2021-1-69-77
8. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer-with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl.* P. 1-155. PMID: 8059610
9. Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. [*J Sports Sci*]. Jun. 23. (6). P. 601-18. DOI: 10.1080/02640410400021294
10. Karpman, V.L., Belotserkovsky, Z.B., & Gudkov, I.A. (2008). Testing in sports medicine. Moscow: Fis. 208. (in Rus).
11. Mishchenko, V.S., Lysenko, E.N., & Vinogradov, V.E. (2007). Reactive properties of the cardiorespiratory system as a reflection of adaptation to intense physical training in sport. K: Naukovyj svit. 351. (in Rus).
12. Rovny, A.S., Ilyin, V.N., Lisogub, V.S., & Rovnaya, A.A. (2015). Physiology of sport activity. Kh .: 556. (in Ukr).
13. Wilmore, J. & Costill, D. (2001). Physiology of sport and motor activity. Textbook: transl. from English. K.: Olympic literature. 503. (in Rus).
14. Makarenko, M.V., & Lyzohub, V.S. (2011). The Ontogenesis of Human Psychological Functions. Cherkassy, Vertical, 256. (in Ukr).
15. Lyzohub, V.S., Khomenko, S.M., & BezkoPilnyi, A.P. (2019). Neurodynamic properties of man and the methodology of their research. Cherkasy, 136. (in Ukr).
16. Makarenko, M.V. (1999). Methods of research and assessment of individual neurodynamic properties of the higher nervous activity of the human. [*Physiol. Journal*]. Т.45, №4. 123-131. (In Ukr).

17. Lyzohub, V.S., Shpanyuk, V.V., Pustovalov, V.A., & Kozhemyako, T.V. (2020). The relationship between physical performance and bioenergetic mechanisms of game activity of soccer players. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Serii Biolohichni nauky*. [Bulletin of Cherkasy University]. 2. 66-76. (in Ukr). DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2020-2-66-75
18. Mishchenko, V.S. (2017). The psychophysiological state of highly qualified athletes with a different level of neurodynamic functions. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Serii Biolohichni nauky*. [Bulletin of the Cherkasy University]. 2. 45-53. (in Ukr).

**V. V. Shpaniuk. Relationship of the CNS Individual and Typological Properties and Echocardiography Parameters of the Heart of Highly Qualified Football Players**

**Introduction.** The importance and relevance of studying the adaptation of sportsman's organism to training and competitive loads in modern conditions is caused by ever-increasing demands for their morphofunctional and mental capabilities. The study of the ratio of functional characteristics of the cardiovascular system by echocardiography indicators and their connection with the individual-typological properties of the CNS is stipulated by theoretical and practical necessity.

**Purpose.** The goal of the research is to determine the relationship between the individual and typological properties of the central nervous system and the functional capabilities of the heart in terms of the echocardiography parameters in highly qualified football players.

**Methods.** The functional characteristics of the heart were studied in highly qualified football players ( $n = 64$ ) and non-sportsmen ( $n = 73$ ) with different individual and typological properties of the CNS by echocardiography parameters. Individual and typological differences and properties of the main nervous processes were determined by the method of M.V. Makarenko using the "Diagnost-1M" computer system.

**Result.** At rest, there were no significant differences between the mean values of heart function: end-diastolic and systolic heart volumes, cardiac output and blood ejection fraction in groups of players with different levels of individual typological properties of the CNS. There were no correlations ( $r = 0.21 - 0.27$ ,  $p = 0.063 - 0.078$ ) between them. These results may indicate that at rest, the parameters of end-diastolic and systolic cardiac volumes, cardiac output and blood ejection fraction in highly skilled football players represent automatic cardiac properties, and they are realized without special involvement of the higher CNS levels.

There were correlations ( $r = 0.37 - 0.56$ ;  $p = 0.024 - 0.036$ ) between the studied parameters in non-sportsmen with different levels of functional nervous process mobility and statistically significant differences in the average values of end-diastolic and systolic cardiac volumes, cardiac output and blood ejection fraction. All this indicates a correlation between hemodynamic parameters and individual and typological properties of the CNS.

**Originality.** The problem of the individual reserves of the heart gradually subjected to the regulatory influence of more economical autonomous self-regulation mechanisms in the process of long-term sports training and professional selection of football players is studied and discussed.

**Conclusion.** Differences of average values of the heart hemodynamic parameters of individual typological properties of CNS in sportsmen and non-sportsmen were revealed. The correlation between the indexes of functional mobility of the CNS nervous processes and the indicators of cardiac activity in non-sportsmen, and the lack of correlation in highly qualified football players were found. It indicates that there is a weakening of the influence of the higher parts of the brain on the autonomous mechanisms of the heart work regulation in sportsmen.

**Key words:** cardiovascular system, functional mobility of nervous processes, sportsmen, non-sportsmen.

Одержано редакцією: 15.09.21

Прийнято до публікації: 13.12.21