

УДК 612.8

DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2022-1-34-43

Лизогуб Володимир Сергійович

доктор біологічних наук, професор
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького
v_lizogub@ukr.net

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3001-138X>

Шпанюк Віталій Васильович

аспірант кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького
shpany@ukr.net

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

Пустовалов Віталій Олександрович

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького
v_pustovalov@ukr.net

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8625-6175>

Кожемяко Тетяна Володимирівна

кандидат біологічних наук, доцент
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького
kozhemako@ukr.net

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4752-4197>

Безкопильний Олександр Олександрович

доктор педагогічних наук, доцент
Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького
aleksbez1981@ukr.net

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7207-7590>

РЕЗЕРВНІ МОЖЛИВОСТІ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ У ФУТБОЛІСТІВ З РІЗНИМИ ІНДИВІДУАЛЬНО-ТИПОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Виявлені резервні можливості індивідуально-типологічних властивостей ЦНС, та кардіореспіраторних функцій футболістів-професіоналів. Встановлено кореляційну залежність між ФРНП з показниками серцево-судинної та дихальної систем спортсменів.

Ключові слова: футболісти; індивідуально-типологічні властивості; кардіореспіраторні функції.

Постановка проблеми. Аналіз останніх публікацій

Аналіз виступів найсильніших збірних та клубних команд світу та Європи вказує на те, що для сучасного футболу характерним є подальше підвищення інтенсивності ведення гри в умовах високої щільності техніко-тактичних дій протягом гри та можливого їх зростання на останніх хвилинах матчу, коли ігрова активність футболістів набуває особливо важливого значення і має суттєвий вплив на кінцевий результат гри [1, 2].

Помітний вплив на досягнення необхідних спортивних результатів гри у футболі здійснюють технічна, тактична, морально-вольові характеристики та фізична працездатність спортсменів [3, 4, 5]. На нашу думку, на результат гри та ігрову активність футболістів можуть впливати індивідуально-типологічні властивості та функціональний стан кардіореспіраторної системи гравців [6, 7, 8]. Доведено, що індивідуально-типологічні особливості є високо генетично детермінованими властивостями центральної нервової системи. Тому ймовірно, що вони можуть

визначати резервні можливості серцево-судинної, дихальної систем та енергетичний метаболізм футболістів [9, 10, 11].

На думку цілого ряду авторів знання особливостей ігрової діяльності футболістів з урахуванням індивідуально-типологічних властивостей нервової системи, кардіореспіраторних та біоенергетичних функцій, а також показників техніко-тактичної підготовки дає можливість тренерам моделювати, прогнозувати і корегувати тренувальний процес з метою підвищення ефективності ігрової діяльності гравців [4, 12, 13, 14].

Фахівців вказують що спадково обумовлені властивості, а саме типологічні властивості ЦНС – функціональна рухливість (ФРНП), сила (СНП) і врівноваженість (ВНП) нервових процесів є тими критеріями, що характеризуються стійкою біологічною природою і вони є генетично детермінованими ознаками. Саме тому, вони можуть бути інформативними для управління і прогнозування індивідуальною спортивною підготовкою [7, 10, 15]. З огляду на те, що ефективність ігрової діяльності футболістів у великій мірі залежить від фізичної, технічної, психологічної, тактичної підготовки та належного стану основних функціональних систем, біоенергетичних характеристик м'язів, а також здатності спортсмена до сприйняття, аналізу і переробки інформації, є важливим вивчення особливостей резервних можливостей кардіореспіраторної системи у футболістів [8, 16, 17]. Так, у роботах різних дослідників розглянуті питання стосовно динаміки розвитку біоенергетичних та рухових якостей футболістів на різних етапах вдосконалення спортивного майстерності [2, 11, 13, 18]. Дослідження показали, що провідним компонентом, що відображає рівень фізичної підготовленості футболістів є – аеробний компонент. Другим, за значимістю є фактор анаеробного гліколітичного компоненту, і третій – стійкість техніки до збиваючих факторів, що мають місце у грі [18]. За даними Шамардіна В.М. у футболістів спортивна майстерність у більшій мірі залежить від фізичної працездатності, швидкісно-силових та швидкісних здібностей [2]. Чимало авторів вказують на залежність ігрової діяльності від рівня фізичної, технічної та тактичної підготовленості гравців [1, 3, 12, 17].

У спортивній фізіології та медицині представлені данні, що функціональні характеристики серця мають достатньо стійкі індивідуальні особливості [7, 16, 13]. Це дає підстави припустити, що функціональні властивості кардіореспіраторної системи 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. Дана властивість була запропонована, й знання про неї розвинуті М.В. Макаренком. На думку автора та його учнів, ФРНП може визначати індивідуальні особливості швидкості розгортання та відновлення гомеостатичних реакцій людини та резервні можливості функціональних систем [8, 15].

З огляду на все, що викладене вище, в основу дослідження закладено – з'ясувати резервні можливості кардіореспіраторної системи професійних футболістів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.

Мета. З'ясувати резервні можливості кардіореспіраторної системи футболістів з різними індивідуально-типологічними властивостями нервової системи.

Матеріали та методи дослідження

Згідно завдань досліджень у 30 професійних футболістів досліджували індивідуально-типологічні властивості ЦНС та функціональні характеристики кардіореспіраторної системи за умови виконання тесту зі ступеневим зростанням навантаження.

Індивідуально типологічні властивості основних нервових процесів визначали за методикою М.В. Макаренка [8] із застосуванням комп'ютерної системи «Діагност-1М». Оцінку стану властивостей основних нервових процесів проводили за показниками ФРНП, СНП та ВНП нервових процесів.

Рівень ФРНП визначали за результатами переробки складної зорової інформації в режимі „ зворотного зв'язку”, котра полягала в диференціюванні позитивних та гальмівних подразників (геометричних фігур). Мірою ФРНП був час виконання тестового завдання. Чим швидше обстежуваний виконував завдання, пов'язане з диференціацією 120 подразників, тим вище в нього була ФРНП. Силу нервових процесів оцінювали за показником загальної кількості переробленої інформації протягом 5 хв роботи. Більша кількість переробленої інформації відповідала вищому рівню СНП. Визначення ВНП передбачало реєстрацію точності реакцій на рухомий об'єкт. Про ВНП судили по сумарній величині реакцій, що випереджали чи запізнювались. Чим менше сума відхилень рухових реакцій (в мс), тим вище – ВНП.

Дослідження кардіореспіраторних можливостей спортсменів проводили з використанням тесту зі ступеневим зростанням навантаження. В ході тестування спортсменам пропонували виконати човникову ходьбу та біг між двома фішками. Відстань між фішками становила – 20 м. Швидкість переміщення під час ходьби та бігу лімітувалася звуковим сигналом із поступовим зростанням ритму. Завершенням виконання тесту вважався тоді, коли спортсмен двічі поспіль не встигав добігти до фішки. Час виконання тесту становив – 15-20 хв. Послідовність виконання тесту на визначення фізичної працездатності футболістів полягала у наступному: 1 хв. дослідження у стані спокою сидячи, потім 2 хв – у стані стоячи; 3-4 хв - човникова ходьба зі швидкістю $5 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$, далі 5-20 хв – неперервний човниковий біг з поступово зростаючою швидкістю (кожну хв. швидкість зростала на $0,5 \text{ км} \cdot \text{год}$, початкова – $10 \text{ км} \cdot \text{ход}^{-1}$ і до «знеможіння». Відновлення зі швидкістю – $5 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$ до ЧСС – $120 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ [18].

Кардіореспіраторні можливості спортсменів визначали з допомогою портативного газоаналізатора Oхусон Mobile фірми Jaeger (Німеччина), який забезпечував телеметричну реєстрацію даних. Визначали резервні можливості кардіореспіраторних функцій футболістів: дихальний коефіцієнт (ДК), частота серцевих скорочень (HR, $\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$), систолічний об'єм (CO, мл), хвилинний об'єм крові (Q, $\text{л} \cdot \text{хв}^{-1}$), показники хвилинного об'єму дихання (V_E , $\text{л} \cdot \text{хв}^{-1}$), споживання кисню ($\dot{V}O_2$, $\text{мл} \cdot \text{мин}^{-1}$, $\text{мл} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$), виділення вуглекислого газу ($\dot{V}CO_2$, $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1}$, $\text{мл} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) і лактат крові (HLa) [15].

Експериментальний матеріал обробляли методом варіаційної статистики за програмами Statgraphics, Microsoft Excel. Перевірку на нормальність розподілу даних, які попадали під закон нормального розподілу здійснювали з використанням критерію Шапіро-Уілкі. Достовірність різниць між вибірками, що потрапляли під закон нормального розподілу визначали з використанням критерію Стьюдента, а вибірки, розподіл у яких був відмінний від нормального – з використанням критеріїв Mann-Whitney. Розрахунок коефіцієнтів кореляції (r) проводили за методом Спірмена. Значимість вірогідних значень приймалась на рівні $p < 0,05$.

Результати та їх обговорення

У професійних футболістів досліджували індивідуально-типологічні властивості ЦНС та кардіореспіраторні функції під час тестування. Резервні можливості досліджуваних типологічних властивостей футболістів визначали за величиною відмінностей середньокомандних показників від модельних, у відсотковому відношенні.

Вивчаючи індивідуально-типологічні властивості вищих відділів центральної нервової системи у футболістів високого рівня кваліфікації, визначали показники функціональної рухливості (ФРНП), сили (СНП) та врівноваженості (ВНП) нервових процесів, результати представлені в таблиці 1.

Таблиця 1
Середні ($X \pm m$) та модельні (Max) показники індивідуально-типологічних властивостей команди футболістів ($n=30$)

№ п.п	Досліджувані Показники	Середні для команди	Модельні	Різниця у %
1.	ФРНП, с	60,5±0,6	54	12,3
2.	СНП, сигн.	684,2±9,4	804	14,9
3.	ВНП, мс	18,0±0,9	11	63,6

З даних наведених у таблиці видно, що середньокомандні показники футболістів-професіоналів були наступними: так значення ФРНП становили – 60,5±0,6 с, показник СНП – 684,2±9,4 сигналів і ВНП у них відповідав – 18,0±0,9 мс.

В ході аналізу результатів встановили, що різниці середньокомандних результатів з найкращими показниками (моделями) становили, для ФРНП – 12,3%, СНП – 14,9% та ВНП – 63,6%. Як видно, найбільші відмінності між середніми та модельними показниками індивідуально-типологічних властивостей були встановлені за результатами ВНП. Відповідні різниці між середньо командними і модельними показниками футболістів за типологічними властивостями – ФРНП і СНП виявилися меншими.

Показники резервних можливостей кардіореспіраторної системи футболістів під час фізичного навантаження представлені в таблиці 2.

Таблиця 2
Середні ($X \pm m$) та модельні (Max) показники резервних можливостей кардіореспіраторної системи для команди футболістів ($n=30$) на навантаження максимальної інтенсивності

№ п.п	Досліджувані Показники	Середні для команди	Модельні	Різниця у %
1.	HR, уд·хв ⁻¹	188,4±1,69	209,3	9,9
2.	CO, мл	152,1±0,52	171	11,0
3.	Q, л·хв ⁻¹	28,0±3,3	32	12,5
4.	V _E л·хв ⁻¹	153,9±3,3	184,6	16,6
5.	VO ₂ , мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	59,0±1,1	69	14,5
6.	VCO ₂ , мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	60,0±1,1	68	11,7
7.	HLa, ммоль·л ⁻¹	10,7±0,6	14,5	26,2

В ході аналізу показників реакції кардіореспіраторної системи футболістів високого рівня кваліфікації під час навантажень встановили, що середньокомандні показники HR становили – 188,4±1,69 уд хв, CO – 152,1±0,52 мл, Q – 28,0±3,3 л·хв⁻¹, V_E

– $153,9 \pm 3,3$ л·хв⁻¹, VO_2 – $59,0 \pm 1,1$ мл·хв⁻¹·кг⁻¹, VCO_2 – $60,0 \pm 1,1$ мл·хв⁻¹·кг⁻¹ і HLa – $10,7 \pm 0,6$ ммоль·л⁻¹.

Найбільші відмінності між середніми й модельними характеристиками у елітних гравців виявилися за показниками: лактату крові (HLa) – 26,2 %, та за значеннями хвилинного об'єму дихання – 16,6 % і VO_2 – 14,5 %. Що вказує на резервні можливості зазначених властивостей. Зокрема мова йде про алактатні та аеробно-анаеробні можливості функціональних систем у забезпеченні спеціальної працездатності футболістів.

З метою встановлення зв'язку резервних можливостей кардіореспіраторної системи і фізичної працездатності футболістів з характеристиками індивідуально-типологічних властивостей ми провели розрахунки і зіставлення індивідуальних кількісних і якісних результатів виконання тесту спортсменів з різною градацією ФРНП. Методом сигмальних відхилень обстежуваних 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.

У таблиці 3 представлені результати, що характеризують функціональні можливості футболістів з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів на рівні досягнення максимального споживання кисню.

Таблиця 3

Результати кардіореспіраторних можливостей на рівні досягнення максимального споживання кисню у спортсменів ($n=30$) з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів

Досліджувані показники	Рівні функціональної рухливості нервових процесів		
	Високий	Середній	Низький
HR, уд.хв ⁻¹	$187,0 \pm 1,3$	$186,2 \pm 1,4$	$197,5 \pm 1,5^* \&$
CO, мл	$163,5 \pm 3,5^* \#$	$151,6 \pm 3,3 \&$	$151,2 \pm 3,5$
Q, л·хв ⁻¹	$29,5 \pm 0,3$	$28,3 \pm 0,5$	$29,3 \pm 0,5$
V_E л·хв ⁻¹	$153,5 \pm 3,4$	$154,1 \pm 3,6$	$161,5 \pm 3,6^*$
VO_2 , мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	$58,1 \pm 1,3$	$57,3 \pm 1,4$	$64,4 \pm 0,9^* \&$
VCO_2 , мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	$62,1 \pm 1,4^*$	$59,1 \pm 1,4$	$54,3 \pm 1,4$
HLa , ммоль·л ⁻¹	$12,3 \pm 0,5^* \#$	$10,5 \pm 0,6$	$9,4 \pm 0,3$

Примітка: статистична значущість різниць на рівні $P < 0,05$ між групами В і Н - *, між В і С - # та між 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 досягнення максимального споживання кисню показало, що більш високому рівню ФРНП відповідають статистично значущі вищі значення CO та HLa функціональної підготовленості, 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_2 , ніж обстежувані спортсмени з високим рівнем функціональної рухливості нервових процесів ($p = 0,027-0,043$). Показник Q та V_E статистично вірогідних різниць у групах обстежуваних з різною градацією ФРНП не виявили ($p = 0,078-0,064$).

Отже, з результатів таблиці 3 виходить, що кардіореспіраторні можливості за умови виконання човникового бігу на рівні досягнення максимального споживання кисню знаходиться у залежності від рівня ФРНП. Футболісти з високим та середнім рівнем ФРНП характеризувались більш високими значеннями функціональних показників, що характеризують аеробно-анаеробні та алактатні можливості функціональних систем організму (CO , VCO_2 та HLA), тоді як футболісти з низькою градацією досліджуваної типологічної властивості функціональні показники кардіореспіраторної системи мали переваги у аеробному метаболізмі (HR та VO_2). Виходить, що спортсмени з високим рівнем ФРНП досягали високого рівня кардіореспіраторних можливостей у тесті з поступовим підвищенням швидкості бігу у спосіб більш вираженого залучення функціональних можливостей анаеробного метаболізму. Тоді, як спортсмени з низькою градацією досліджуваної індивідуально типологічної властивості характеризувались перевагами аеробних механізмів забезпечення фізичної працездатності.

Одним із завдань наших досліджень було вивчити, чи існує залежність індивідуально-типологічних властивостей ЦНС з кардіореспіраторними функціями та біоенергетичними показниками футболістів (рис. 1).

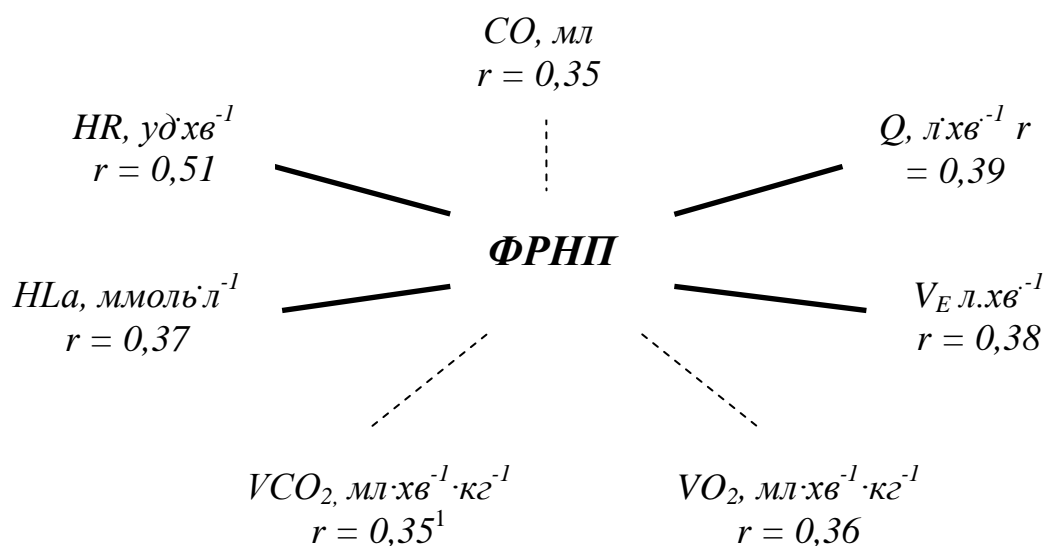


Рис. 1. Кореляції індивідуально-типологічних властивостей футболістів високої кваліфікації з кардіореспіраторними функціями статистично значущі зв'язки, зв'язки не досягли рівня статистичної значущості.

З результатів представлених на рисунку видно, що у елітних футболістів існує залежність кардіореспіраторних функцій з індивідуально-типологічною властивістю – ФРНП. Статистично значущі коефіцієнти кореляцій були встановлені між такими показниками кардіореспіраторних функцій, як частота серцевих скорочень (HR), хвилинний об'єм крові (Q), показники хвилинного об'єму дихання (V_E) та показником лактату крові (HLA). Коефіцієнт кореляції між досліджуваними ознаками та ФРНП коливалася в межах від $r = 0,37$ до $r = 0,51$. Між іншими показниками кардіореспіраторних функцій з індивідуально-типологічною властивістю ФРНП значущих кореляцій не виявлено.

Таким чином, в ході аналізу результатів індивідуально-типологічних властивостей встановили, що найбільші різниці між максимальними модельними

характеристиками середнім результатом по команді були виявлені для властивості – врівноваженість нервових процесів. Дослідження функціональних резервів кардіореспіраторних характеристик виявили найбільші резервні можливості для показників – вмісту лактату у крові, хвилинного об'єму дихання та споживанням кисню.

Результати кореляційного аналізу довели що резервні можливості кардіореспіраторної системи футболістів високої кваліфікації знаходиться у залежності від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Так, функціональна рухливість нервових процесів, обумовлює діяльність кардіореспіраторної системи, яка у свою чергу лімітує чи сприяє підвищенню функціонального стану і фізичної працездатності футболістів.

Основним узагальненням результатів роботи є те, що отримані нами результати індивідуально-типологічних властивостей нервової системи та показників резервних можливостей кардіореспіраторних функцій футболістів знаходяться у відповідній залежності від біологічних детермінант, що відображається у особливості спортивної діяльності гравців [7, 16].

В ході вивчення індивідуально-типологічних властивостей ЦНС, показників кардіореспіраторних функцій ми виявили, які із досліджуваних ознак мають найбільші резервні можливості, з метою застосування цілеспрямованих впливів на них у процесі тренувальних занять. Наявність зв'язків між індивідуально-типологічними властивостями нервової системи з показниками резервних можливостей кардіореспіраторних функцій лягли в основу сформульованої нами уяви про динамічну багатоконтурну нейродинамічну систему з багаторівневою ієрархічною організацією механізмів регуляції у діяльності серцево-судинної та дихальної систем, крові спортсменів [1, 12, 17].

З результатів нашого дослідження можна зробити узагальнення, що типологічні властивості основних нервових процесів (ФРНП) проявляють генетичний вплив на резервні можливості кардіореспіраторні функції футболістів, що створює необхідні умови для забезпечення ефективної ігрової діяльності [6, 8, 10].

Висновки

1. Вивчені особливості стану індивідуально-типологічних властивостей нервової системи та кардіореспіраторних функцій елітних футболістів.
2. Встановили, що найбільші резервні можливості серед індивідуально-типологічних властивостей ЦНС були виявлені для такої властивості – врівноваженість нервових процесів. За показниками кардіореспіраторних функцій такими виявилися, показники лактату у крові, хвилинний об'єм дихання та споживанням кисню.
3. Встановлено функціональні зв'язки між індивідуально-типологічними властивостями ЦНС – ФРНП з показниками резервних можливостей кардіореспіраторних функцій – HLa , V_E та VO_2 ($r = 0,37-0,51$).

Перспективи подальших досліджень полягає у детальному вивченні особливостей індивідуально-типологічних властивостей ЦНС, характеристиками кардіореспіраторних функцій елітних футболістів з урахуванням ігрових амплуа.

Список використаної літератури

1. 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. 15(3): 202-210. <https://doi.org/10.5114/hpc.2021.107781>
2. Шамардин В.Н. Виноградов В.Е., Дяченко А.Ю. Физическая подготовка футболистов высокой квалификации. К.: ТОВ «НВФ», 2017. 170 с.
3. Лисенчук Г.А. Управление подготовкой футболистов. К.: Олимп. лит., 2003. 217 с.

4. Шамардін В.М. Технологія управління системою багаторічної підготовки футбольних команд вищої кваліфікації спорту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора наук з фіз. виховання і спорту: спец. 24.00.01 «Олімпійський та професійний спорт». Львів, 2013. 35 с.
5. Пшибыльский В., Мищенко В. Функциональная подготовленность высококвалифицированных футболистов. К.: Науковий світ, 2005. 162 с.
6. Лизогуб В.С., Пустовалов В.О., Супрунович В.О., Гречуха С.В. Сучасні підходи до реалізації відбору футболістів високої кваліфікації за показниками нейродинамічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи. Слобожанський науково-спортивний вісник. 2017. № 2(58). С. 47-52. doi:10.15391/snsv.2017-2.008
7. 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.
8. Макаренко М.В., Лизогуб В.С. Онтогенез психологічних функцій людини. Черкаси: Вертикаль, 2011. 256 с.
9. Коробейніков Георгій, Приступа Євген, Коробейнікова Леся, Бріскін Юрій. Оцінювання психофізіологічних станів у спорті. Львів: ЛДУФК, 2013. 312 с.
10. Мищенко В.С., Коробейнікова Л.Г., Коробейніков Г.В. Психофізіологічний стан висококваліфікованих спортсменів з різним рівнем нейродинамічних функцій. Вісник Черкаського університету. Серія Біологічні науки. 2017. №2. С. 45-53.
11. Платонов В.Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов. Київ: Олімпійська література, 2017. 656 с.
12. 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. Вип. 2. С. 66-76. doi: 10.31651/2076-5835-2018-1-2020-2-66-75
13. 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; 7(4): 247-255. doi: 10.15420/aer.2018.30.2
14. Козина Ж.Л. Система индивидуализации подготовки спортсменов в игровых видах спорта. Lambert Academic Publishing Russia. 2011. 532 с.
15. Baggish A.L., Wood M.J. Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: scientific and clinical update. *Circulation.* 2011. Vol. 123. P. 2723-2735. doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.110.981571](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.981571)
16. Уилмор Дж., Костилл Д. Физиология спорта и двигательной активности. Учебное пособие: пер. с англ. К.: Олимпийская литература, 2001. 503 с.
17. Лизогуб В.С., Супрунович В.О., Гречуха С.В. Інноваційний підхід визначення та оцінки спеціальної підготовленості футболістів високої кваліфікації. Наука і освіта. 2017. №8. С. 15-22. doi: <https://doi.org/10.24195/2414-4665-2017-8-2>
18. Svensson M., Drust B. Testing soccer players. *J Sports Sci.* 2005. Jun. 23. (6). P. 601-618. doi: 10.1080/02640410400021294

References

1. Lyzohub, V., Kozhemiako, T., Khomenko, S., Pustovalov, V., & Shpaniuk, V. (2021). Physical activity of elite football players using different regimes of energy metabolism. *Health Problems of Civilization*, 15(3), 202-210. <https://doi.org/10.5114/hpc.2021.107781>
2. Shamardin, V.N. (2017). Physical training of highly qualified football players. Kiev, 170. (in Rus)
3. Lisenchuk, G.A. (2003). Management of football players training. K: Olympic literature, 217. (in Rus)
4. Shamardin, V.M. (2013). Management technology of long-term training system of highly qualified football teams. Sc cand. dis. Lviv. (in Ukr.)
5. Pshybyl'sky, V. & Mishchenko, V. (2005). Functional readiness of highly qualified football players. K.: Naukovy Svit, 162. (in Rus)
6. Lyzohub, V.S., Pustovalov V.O., Suprunovich V.O., & Grechukha S.V. (2017). Modern approaches to the implementation of the selection of high-skilled football players according to the indicators of neurodynamic properties of the higher parts of the central nervous system. *Slobozhanskyi Naukovo-Sportyvnyi Visnyk*. [Slobozhansky Scientific and Sport Herald]. No. 2(58). 47-52. (In Ukr). doi:10.15391/snsv.2017-2.008
7. 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 sports. K: Naukovy Svit, 351. (in Rus)
8. Makarenko, M.V. & Lyzohub, V.S. Ontogenesis of psychological functions of man. Cherkasy, Vertical, 256. (in Ukr.)
9. Korobeynikov, G., Prystupa, E., Korobeynikova, L. & Briskin Y. (2013). Assessment of psychophysiological states in sports. Lviv: LDUFK, 312. (in Ukr.)

10. Mishchenko, V.S., Korobeynikova, L. G. & Korobeynikov, G. V. (2017). Psychophysiological state of highly qualified sportsmen with different levels of neurodynamic functions. *Visnyk Cherkaskoho universytetu*. [Cherkasy university bulletin: biological sciences series]. № 2, 45-53. (in Ukr)
11. Platonov, V.N. (2017). Motor qualities and physical training of sportsmen. Kyiv: Olympic literature, 656. (in Rus)
12. Lyzohub, V.S., Shpaniuk, V.V., Pustovalov, V.O. & Kozhemiako, T.V. (2020). The connection between physical performance and bioenergetic mechanisms to ensure the football player's game activities. *Visnyk Cherkaskoho universytetu*. [Cherkasy university bulletin: biological sciences series]. № 2, 66-76. (in Ukr). doi: 10.31651/2076-5835-2018-1-2020-2-66-75
13. Nikhil, S., Kegan, J. M., Christle, J. W., Hadley, D., Plews, D. & Froelicher V. (2018). 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.* 7(4):247-255. doi: 10.15420/aer.2018.30.2
14. Kozina, Zh.L. (2011). The system of individualization of sportsmen's training in team sports. Lambert Academic Publishing Russia, 532. (in Rus)
15. Baggish, A.L. & Wood M.J. (2011). Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: scientific and clinical update. *Circulation*. Vol. 123: 2723-2735. doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.110.981571](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.981571)
16. Wilmore, J. & Costill, D. (2001). *Physiology of sport and motor activity*. Textbook: Translation from English. K.: Olympic Literature, 503. (in Rus)
17. Lyzohub, V.S., Suprunovich V.O. & Grechukha S.V. (2017) An innovative approach of determining and assessing the special preparation of football players of high qualification. *Nauka i Osvita* [Science and Education]. No. 8, 15-22. (in Ukr) doi: <https://doi.org/10.24195/2414-4665-2017-8-2>
18. Svensson, M., & Drust B. (2005). Testing soccer players. *J Sports Sci.* Jun. 23. (6): 601-618. doi: 10.1080/02640410400021294

V. S. Lyzohub, V. V. Shpaniuk, V. O. Pustovalov, T. V. Kozhemiako, O. O. Bezcopylny
Reserve Capabilities of the Cardiorespiratory System in Football Players with Different Individual-Typological Properties of the Nervous System

Introduction. The factors that are decisive in achieving high sports results in football and have a significant impact on the game activities of players, are technical, tactical, moral and volitional characteristics and physical performance of players. In our opinion, the individual typological properties of the central nervous system and the functional state of the cardiorespiratory system can have a significant impact on the outcome of the game and the game activity of football players. We suggest that there may be a functional relationship between individual typological traits that are highly genetically determined features of the central nervous system and the reserve capacity of the cardiorespiratory system.

Purpose. To find out the reserve capabilities of the cardiorespiratory system of football players with different individual-typological properties of the nervous system.

Methods. The individual-typological properties of the CNS and the functional characteristics of the cardiorespiratory system were studied in the elite football players.

Results. In the course of our research, the indicators of the properties of the main nervous processes, namely, functional mobility (FMNP), strength (SNP) and balance (BNP) of nervous processes, were determined. The reserve capabilities of cardiorespiratory functions of sportsmen were established according to the following indicators: respiratory coefficient (RC), heart rate (HR, beats · min⁻¹), systolic (CO, ml) and minute blood volume (Q , l · min⁻¹), indicators of minute tidal volume (V_E , l · min⁻¹), oxygen consumption (VO_2 , ml · min⁻¹, ml · min⁻¹ · kg⁻¹), carbon dioxide emissions (VCO_2 , ml · min⁻¹, ml · min⁻¹ · kg⁻¹) and blood lactate (HLA). Correlation links have been established between individual-typological properties on the example of FMNP and functions of the cardiorespiratory system ($r = 0.37-0.51$).

Originality. It was found that the balance of nervous processes (BNP) was characterized by the greatest reserve capabilities among individual-typological properties. Among cardiorespiratory functions, the greatest reserve capabilities were found for indicators - HLA, V_E and VO_2 . The results of correlation analysis indicate that the cardiorespiratory functions of highly qualified football players depend on the individual-typological properties of the nervous system.

Conclusion. We have determined reserve capabilities among individual-typological and cardiorespiratory properties. The greatest reserve capabilities are the balance of nervous processes and indicators of lactate in the blood, the minute volume of respiration and oxygen consumption.

During physical activity in groups of elite football players with a high level of development of typological properties of the nervous system, the characteristics of cardiorespiratory functions are much more pronounced. There are relationships between individual-typological property - FMNP and indicators of cardiorespiratory functions - HLa , V_E and VO_2 ($r = 0.37-0.51$).

Thus, the functional mobility of nervous processes determines the reserve capabilities of the cardiorespiratory system, which in turn limits the physical performance of football players.

Key words: *individual-typological properties of the CNS; cardiorespiratory functions; reserve capabilities of functional systems.*

Одержано редакцією 30.01.2022

Прийнято до публікації 18.04.2022