

II НАУКОВИЙ НАПРЯМ
СУЧАСНА СИСТЕМА СПОРТИВНОГО ТРЕНУВАННЯ ТА
ПРОБЛЕМИ ЇЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ

УДК 796.015.68:796.322.071.2:572.5
<https://doi.org/10.31652/3041-2463/2024-3-5>

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ З
ПОКАЗНИКАМИ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ТІЛА
КВАЛІФІКОВАНИХ ФУТБОЛІСТІВ

Войтенко Сергій,

кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент,
Вінницький державний педагогічний університет імені
Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна;
<https://orcid.org/0000-0003-0025-1064>;
email: voytenkosm@ukr.net

Поліщук Володимир,

Вінницький державний педагогічний університет імені
Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-2325-0382>;
email: volodymyrpolishchuk@ukr.net

Перепелиця Максим,

кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент,
Вінницький державний педагогічний університет імені
Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна;
<https://orcid.org/0000-0003-4283-2596>;
email: maks83star@gmail.com

Анотація. Актуальність. Сучасна система підготовки спортсменів будується на ефективних критеріях контролю за морфофункціональним станом та рівнем фізичної та функціональної підготовленості. Визначення взаємозалежності рівня функціональної підготовленості з показниками компонентного складу тіла кваліфікованих футболістів може розглядатися як актуальна проблема, що зумовлює до проведення наукового дослідження.

Мета дослідження – визначити взаємозв'язок рівня функціональної підготовленості та окремих компонентів складу тіла кваліфікованих футболістів.

Матеріал і методи дослідження. У дослідженні брали участь кваліфіковані футболісти (n=16). Вік спортсменів – $19,1 \pm 1,69$ років. Дослідження проводилися у змагальному періоді макроциклу. У дослідженні використовувалися такі методи: теоретичний аналіз літературних джерел;

педагогічне тестування; пульсометрія; метод біоелектричного імпеданса; методи математичної статистики.

Результати дослідження. Визначено показники ($\bar{x} \pm S$) компонентного складу тіла кваліфікованих футболістів, які представляють студентські футбольні команди: вік $19,1 \pm 1,69$ років; маса тіла – $75,3 \pm 5,75$ кг; індекс маси тіла – $23,1 \pm 1,56$ $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$; відсоток жиру – $15,6 \pm 1,86$ %; відсоток скелетної мускулатури – $42,5 \pm 2,38$ %; витрати енергії у стані відносного спокою – $1745,8 \pm 78,88$ ккал; рівень вісцерального жиру $4,2 \pm 0,84$ ум. од.

Встановлено статистичну кореляційну залежність у кваліфікованих футболістів між значеннями максимального споживання кисню ($\text{МСК}_{\text{відн.}}$) та масою тіла ($-0,922$; $p < 0,01$), відсотком жиру ($-0,710$; $p < 0,01$), відсотком скелетної мускулатури ($0,667$; $p < 0,01$).

Висновки. На основі показників функціональної підготовленості та показників компонентного складу тіла, враховуючи їх взаємозалежність здійснюються ефективні корекції тренувального процесу кваліфікованих футболістів.

Ключові слова: футбол, біговий варіант тесту $\text{PWC}_{170}(\text{V})$, метод біоелектричного імпеданса, змагальний період, рівень – низький, нормальний, високий, дуже високий.

THE RELATIONSHIP OF FUNCTIONAL TRAINING WITH INDICATORS OF COMPONENT BODY COMPOSITION OF QUALIFIED FOOTBALL PLAYERS

Voytenko Serhiy, Polishchuk Volodymyr, Perepelytsia Maxim

Abstract. Relevance. The modern system of athlete training is based on effective criteria for monitoring the morphofunctional state and the level of physical and functional fitness. Identifying the interdependence of functional fitness levels with the indicators of body composition in skilled football players can be considered a pressing issue, necessitating scientific research.

The purpose of the study – to determine the relationship between the level of functional fitness and specific components of body composition in skilled football players.

Materials and Methods. The study involved skilled football players ($n=16$), aged 19.1 ± 1.69 years. The research was conducted during the competitive period of the macrocycle. The methods used included theoretical analysis of literature sources, pedagogical testing, heart rate monitoring, the bioelectrical impedance method, and mathematical statistics.

Research Results. Indicators ($\bar{x} \pm S$) of the body composition of skilled football players representing student football teams were determined: age – 19.1 ± 1.69 years; body mass – 75.3 ± 5.75 kg; body mass index – 23.1 ± 1.56 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$; fat percentage – 15.6 ± 1.86 %; skeletal muscle percentage – 42.5 ± 2.38 %; resting energy expenditure – 1745.8 ± 78.88 kcal; visceral fat level – 4.2 ± 0.84 arbitrary units.

A statistical correlation was established in skilled football players between the values of maximum oxygen consumption (VO_2 max relative) and body mass (–

0.922; $p < 0.01$), fat percentage (-0.710 ; $p < 0.01$), and skeletal muscle percentage (0.667 ; $p < 0.01$).

Conclusions. Based on functional fitness indicators and body composition data, considering their interdependence, effective adjustments to the training process of skilled football players are implemented.

Keywords: football, running variant of the $PWC_{170}(V)$, bioelectrical impedance method, competitive period, level – low, normal, high, very high.

Постановка проблеми. Ефективність тренувального процесу обумовлюється цілеспрямованим тренувальним впливом на основі взаємозв'язку морфофункціонального стану на різні сторони підготовленості спортсменів (Вознюк, & Перепелиця, 2011; Щепотіна, 2014; 2015; Касьян, 2018; Платонов, 2021). Важливим вбачається встановлення залежності показників функціональної підготовленості та показників компонентного складу тіла спортсменів. Насамперед, це пов'язано з тим, що зміна показників компонентного складу тіла відбувається під впливом тренувальних навантажень різної спрямованості, включаючи анаеробно-гліколітичні навантаження, що безпосередньо сприяють підвищенню рівня функціональної підготовленості спортсменів (Schmidt, & Carfer, 1990; Wilmore, & Costill, 2004; Perry, Heigenhauser, Bonen, & Spriet, 2008).

Отже, визначення взаємозалежності рівня функціональної підготовленості з показниками компонентного складу тіла кваліфікованих футболістів може розглядатися як актуальна проблема, що зумовлює до проведення наукового дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові дослідження щодо визначення компонентного складу тіла спортсменів різних видів спорту були предметом наукового пошуку як вітчизняних (Вознюк, & Перепелиця, 2011; Флерчук, 2013; Костюкевич, Перепелиця, Поліщук, & Гудима, 2017) так і зарубіжних науковців (Ерл, & Бехль, 2016; Devries, & Houch, 1994; Schmidt, & Carfer, 1990; Mc Ardle, Katch, T., & Katch, V., 2001). Найбільш ґрунтовно компонентний склад тіла спортсменів досліджувався Роджером Ерлом, & Томасом Р. Бехлем (2016). На основі показників компонентного складу тіла спортсменів автори розробили персональні тренувальні програми, структури яких базувалися на індивідуальних морфофункціональних показниках.

Що стосується командних ігрових видів спорту, включаючи футбол, то варто виділити публікації в яких досліджувалися морфофункціональні показники спортсменів у певний період тренувального процесу (Вознюк, & Перепелиця, 2011; Костюкевич та ін., 2017), а також взаємозв'язок морфофункціональних показників з показниками фізичної та функціональної підготовленості спортсменів цих видів спорту (Щепотіна, 2014; 2015; Костюкевич, & Коннов, 2022; Harry, & Booyesen, 2018).

Отже, аналіз джерел та літератури підтвердив передбачення щодо актуальності даного дослідження, результати якого будуть відповідати запитам теорії і практики футболу.

Мета дослідження – визначити взаємозв’язок рівня функціональної підготовленості та окремих компонентів складу тіла кваліфікованих футболістів.

Матеріал і методи дослідження. У дослідженні брали участь кваліфіковані футболісти-студенти Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського ($n=16$). Вік спортсменів – $19,1 \pm 1,69$ років. Від учасників дослідження отримано згоду на участь у випробуваннях відповідно до Гельсінської декларації прав людини 2008 року.

Дослідження проводилися в змагальному періоді макроциклу.

У дослідженні використовувались такі методи: теоретичний аналіз літературних джерел; педагогічне тестування; метод біоелектричного імпенса; методи математичної статистики.

Теоретичний аналіз літературних джерел дозволив сформулювати мету дослідження та визначити шляхи її дослідження.

На основі методу біоелектричного імпенданса визначилися показники компонентного складу тіла кваліфікованих футболістів. Використовувався монітор складу тіла BF511 компанії OMRON. Прилад відповідає вимогам стандарту EN60601-1-2-2001 відносно стійкості до перешкод та безпеки випромінювання.

Педагогічне тестування проводилося з метою визначення показників функціональної підготовленості кваліфікованих футболістів. Рівень максимального споживання кисню гравців визначався на основі бігового варіанту тесту $PWC_{170}(V)$.

Використовувався такий алгоритм виконання тесту (Костюкевич, Шевчик, & Соколькова, 2015; Костюкевич, 2024).

1-й крок – біг 800 м за 5 хв.

2-й крок – в кінці бігу реєструвалася ЧСС кожного футболіста в кінці першої дистанції (f_1).

3-й крок – визначалася швидкість бігу футболістів при подоланні першої дистанції (V_1)

$$V_1 = \frac{S_1}{t_1}, \quad (1)$$

де: S_1 – довжина першої дистанції (м); t_1 – тривалість подолання першої дистанції (с).

4-й крок – біг 1200 м за 5 хвилин

5-й крок – реєструвалася ЧСС кожного футболіста в кінці другої дистанції (f_2).

6-й крок – визначалася швидкість бігу футболістів при подолання другої дистанції (V_2).

$$V_2 = \frac{S_2}{t_2}, \quad (2)$$

де: S_2 – довжина другої дистанції (м); t_2 – тривалість подолання другої дистанції (с).

7-й крок – визначалося значення фізичної працездатності футболістів за тестом:

$$PWC_{170}(V) = V_1 + (V_2 - V_1) \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}, \quad (3)$$

8-й крок – визначалося значення фізичної працездатності футболістів (PWC_{170})

$$PWC_{170} = 417 \cdot PWC_{170} + 1240, \quad (4)$$

9-й крок – визначалося абсолютне значення максимального споживання кисню ($MKS_{абс.}$)

$$MKS_{абс.} = 1,7 \cdot PWC_{170} + 1240, \quad (5)$$

10-й крок – визначалося відносне значення максимального споживання кисню ($MKS_{відн.}$)

$$MKS_{відн.} = \frac{MKS_{абс.}}{MT}, \quad (6)$$

де: MT – маса тіла футболістів.

Розрахунок показників функціональної підготовленості кваліфікованих футболістів наведено в табл. 1.

Тестування функціональної підготовленості кваліфікованих футболістів здійснювалося з дотриманням таких умов:

- 1) тест $PWC_{170}(V)$ проводився без розминки;
- 2) упродовж тесту у футболістів була постійна швидкість бігу, уникаючи прискорень на будь-якій частині дистанції;
- 3) при реєстрації ЧСС пальпаторно вона фіксувалася в межах 3–5 с після закінчення бігової дистанції;
- 4) маса тіла футболістів визначалася перед тестуванням з використанням монітора складу тіла $BF511$ компанії OMRON;
- 5) тестування проводилося на тренуванні першого дня мікроциклу.

Пульсометрія використовувалася для реєстрації частоти серцевих скорочень (ЧСС) під час проведення бігового варіанту тесту $PWC_{170}(V)$. Визначення ЧСС здійснювалася пальпаторно та за допомогою спорtesterів: Polar S120, TOPCOM

Методи математичної статистики використовувалися з метою визначення основних характеристик вибірок – середнього арифметичного ($\bar{x}$), середнього квадратичного відхилення (S), коефіцієнту варіації (V) та кореляційного аналізу. Попередньо вибірки перевірялися на відповідність нормальному закону розподілення результатів вимірювань. Використовувався критерій W Шапіро–Уїлкі.

Кореляційний аналіз здійснювався на основі коефіцієнту кореляції r Брауна – Пірсона (Антомонов, Коробейніков, Хмельницька, & Харковлюк-Балакіна, 2021; Wincent, 2005).

Таблиця 1

Розрахунок показників функціональної підготовленості кваліфікованих футболістів на основі бігового варіанту тесту PWC₁₇₀(V).

№ з/П	Футболісти	МТ, кг	f_1 , уд · хв ⁻¹	f_2 , уд · хв ⁻¹	V_1 , м · с ⁻¹	V_2 , м · с ⁻¹	PWC ₁₇₀ (V), м · с ⁻¹	PWC ₁₇₀ , кгм · хв ⁻¹	МСК _{абс.} , мл · хв ⁻¹	МСК _{відн.} , мл · хв ⁻¹ · кг ⁻¹
1	С.О.	73,8	120	162	2,7	3,9	4,13	1638,3	4025,6	54,5
2	К.Н.	76,0	126	162	2,7	3,9	4,16	1651,7	4017,9	53,3
3	Б.Д	86,1	132	168	2,7	3,9	3,96	1571,1	3910,8	48,2
4	З.С.	80,3	132	162	2,7	3,9	4,21	1676,7	4030,4	50,9
5	П.К.	76,3	138	174	2,7	3,9	3,76	1487,6	3769,1	4,3
6	О.В.	76,2	126	168	2,7	3,9	3,95	1567,1	3904,1	51,2
7	П.К.	77,0	132	162	2,7	3,9	4,21	1676,7	4090,4	53,1
8	С.О.	82,2	138	168	2,7	3,9	3,97	1576,6	3920,3	47,6
9	К.В.	72,4	108	156	2,7	3,9	4,25	1689,2	4111,7	56,8
10	С.Є.	81,3	138	168	2,7	3,9	3,98	1576,6	3920,3	48,2
11	Д.В.	67,2	120	162	2,7	3,9	4,12	1638,6	4025,6	59,9
12	О.Ю.	72,4	126	174	2,7	3,9	3,79	1501,5	3792,6	48,9
13	К.В.	62,6	126	168	2,7	3,9	3,95	1567,1	3904,1	62,4
14	Б.Д.	78,4	138	174	2,7	3,9	3,77	1487,6	3769,1	48,1
15	М.М.	78,8	132	168	2,7	3,9	3,97	1571,1	3910,9	49,6
16	У.С.	61,9	126	162	2,7	3,9	4,16	1654,4	4052,5	65,5
	$\bar{x}$	75,3	128,6	166,1	2,7	3,9	4,02	1595,8	3947,2	52,9
	S	5,75	8,49	5,09	—	—	0,14	0,14	97,05	5,07
	V, %	7,6	6,6	3,1	—	—	3,4	3,4	2,4	9,6

Результати дослідження. Контроль компонентного складу тіла дозволяє більш цілеспрямовано здійснювати корекцію тренувального процесу спортсменів безпосередньо під час різних етапів їх підготовки.

Прилад *BF511* вимірює відсотковий вміст жиру в організмі методом біоелектричного імпедансу (Ерл, & Бехль, 2012).

Сутність цього методу вимірювання оснований на тому, що нежирні тканини проводять електричний струм краще, ніж підшкірно-жирова клітчатка (Devries, & Houch, 1994; Mc Ardle, Katch, T., Katch, V., 2001).

Використання приладу *BF511* дозволяє визначити такі компоненти тіла як: масу тіла (МТ), індекс маси тіла (ІМТ), відсотковий вміст жиру в організмі (% жиру), відсотковий вміст скелетних м'язів (% СМ), рівень вісцерального жиру (РВЖ), витрати енергії при відносному спокої організму – ВЕ (Ерл, & Бехль, 2012).

Індекс маси тіла кваліфікованих футболістів визначався за формулою:

$$ІМТ = \frac{МТ, кг}{ДТ, м^{-2}}, \quad (7)$$

де: МТ – маса тіла футболіста; ДТ – довжина тіла футболіста.

Відсотковий вміст жиру в організмі – це відношення маси жиру в організмі до загальної маси тіла, виражене у відсотках.

$$\% \text{ жиру} = \frac{МЖ, кг}{МТ, кг}, \quad (8)$$

де: МЖ – маса жиру в організмі; МТ – маса тіла футболіста.

М'язи поділяються на два види: м'язи внутрішніх органів та м'язи що поєднані з кістками і необхідні для руху тіла. Збільшення відсотку ваги вмісту скелетних м'язів означає, що організм може легше витрати енергії, а значить менш схильний до накопичення жиру.

$$\% \text{ СМ} = \frac{МСМ, кг}{МТ, кг} * 100, \quad (9)$$

де: МСТ – маса скелетних м'язів; МТ – маса тіла футболіста.

Вісцеральний жир – це жир, що оточує внутрішні органи.

Підвищена кількість вісцерального жиру безпосередньо пов'язана із збільшенням вмісту жиру в кровотоці, що може призвести до різних захворювань (Ерл, & Бехль, 2012).

Витрати енергії при відносному спокої характеризуються кількістю кілокалорій (ккал) для підтримання функціонування організму.

Показники компонентного складу тіла кваліфікованих футболістів представлено в табл. 2.

Значення показників складу тіла кваліфікованих футболістів характеризується такими рівнями: низький (–); нормальний (0); високий (+); дуже високий (++)

Таблиця 2

Показники компонентного складу тіла кваліфікованих футболістів

№ з/П	Гравці	Вік, років	Довжина тіла, м	Маса тіла, кг	Індекси маси тіла, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$	% жиру	% скелетної мускулатури	Витрати енергії, ккал	Рівень вісцерального жиру, ум. од.
1	С.О.	22	1,80	73,8	22,7(0)	14,9(0)	41,5(+)	1725	4(0)
2	К.Н.	19	1,83	76,0	22,8(0)	13,1(0)	44,2(++)	1711	4(0)
3	БД	22	1,82	81,1	24,5(0)	15,8(0)	42,6(+)	1785	5(0)
4	З.С.	20	1,85	80,3	24,0(0)	16,4(0)	41,8(+)	1794	5(0)
5	П.К.	19	1,82	76,3	23,1(0)	14,3(0)	43,1(+)	1753	4(0)
6	О.В.	17	1,81	76,2	23,3(0)	17,1(0)	40,9(+)	1801	5(0)
7	П.К.	17	1,79	77,0	24,1(0)	17,8(0)	40,4(+)	1806	5(0)
8	С.О.	18	1,80	82,2	25,3(+)	24,1(0)	39,8(+)	1811	6(0)
9	К.В.	18	1,81	72,4	22,1(0)	11,6(0)	45,2(++)	1689	3(0)
10	С.Є.	17	1,80	81,3	25,1(+)	23,4(0)	37,4(0)	1843	4(0)
11	Д.В.	18	1,78	67,2	21,3(0)	11,9(0)	44,8(++)	1694	3(0)
12	О.Ю.	19	1,75	72,4	23,6(0)	16,0(0)	43,5(+)	1781	4(0)
13	К.В.	18	1,82	62,6	20,7(0)	12,4(0)	44,9(++)	1689	3(0)
14	Б.Д.	19	1,83	78,4	23,5(0)	8,2(0)	41Д (+)	1715	5(0)
15	М.М.	20	1,82	78,8	23,6(0)	3,3(0)	43,5(+)	1775	5(0)
16	У.С.	23	1,75	61,9	19,8(0)	9,9(-)	45,8(++)	1561	2(0)
	n	16	16	16	16	16	16	16	16
	$\bar{x}$	19,1	1,80	75,3	23,1	15,6	42,5	1745,8	4,2
	S	1,69	0,02	5,75	1,56	1,86	2,38	78,88	0,84
	$\bar{V}$, %	8,9	1,3	7,6	6,7	11,9	5,6	4,6	20,2

Рівень: (-) – низький; (0) – нормальний; (+) – високий; (++) – дуже високий.

В табл. 3 представлено інтерпретацію результатів значень компонентного складу тіла чоловіків віком 18–39 років. Саме до такого вікового діапазону відносилися кваліфіковані футболісти, які брали участь в даному дослідженні.

Таблиця 3

Інтерпретація результатів значень компонентного складу тіла для чоловіків віком 18-39 років (HD Mc Carthy, et. al.,2006).

№ з/п	Компоненти складу	Рівень			
		– (Низький)	0 (Нормальний)	+ (Високий)	++ (Дуже високий)
1	Відсотковий вміст жиру в організмі (% жиру)	< 8,0	18,0–19,9 %	20,0–24,9 %	≥ 25,0 %
2	Відсотковий вміст скелетних м'язів в організмі (% СМ)	< 33,3 %	33,3–39,3 %	39,4–44,0 %	≥ 44,1 %
3	Індекс маси тіла (ІМТ), кг·м ⁻²	– (Недостатня маса тіла) < 18,5	0 (Нормальний) 18,50 ≤ ІМТ < 25	+ (Надлишкова маса тіла) 25 ≤ ІМТ < 30	++ (Ожиріння) > 30
4	Рівень вісцерального жиру, ум. од.	–	0 (Нормальний) 1–9	+ (Високий) 10–14	++ (Дуже високий) 15–30

Аналіз табл. 2 дозволяє констатувати, що середні значення ($\bar{x} \pm S$) ІМТ ($23,1 \pm 1,56$ кг·м⁻²), % жиру ($15,6 \pm 1,86$ %), значення вісцерального жиру ($4,2 \pm 0,84$ ум. од.) кваліфікованих футболістів відповідають нормальному рівню. Що стосується такого компонентного складу тіла як відсоток СМ то середнє значення цього показника становить $42,5 \pm 2,38$ %, що характеризує високий рівень цієї складової частини компонентного складу тіла кваліфікованих футболістів (див. таб. 3).

Варто зазначити, що у більшості показників компонентного складу тіла кваліфікованих футболістів коефіцієнт варіації результатів знаходиться в межах від 4,1 до 11,3 %, що характеризує однорідність досліджуваної групи спортсменів.

Загалом, дані, наведені в табл. 2 дозволяють здійснювати індивідуальні корекції щодо змісту тренувальних впливів для окремих футболістів.

Алгоритм даного дослідження був зумовлений, з одного боку, визначенням показників компонентного складу тіла, з іншого, встановленням кореляційної залежності між цими компонентами та максимальним споживанням кисню кваліфікованих футболістів (рис. 1).

З рис. 1 видно, що негативний кореляційний статистичний взаємозв'язок спостерігається між МСК_{відн.} та масою тіла ($-0,922$; $p < 0,01$), а також % жиру

(-0,710; $p < 0,01$). Позитивний статистичний кореляційний взаємозв'язок встановлено між $МСК_{\text{відн.}}$ та % скелетної мускулатури (0,667; $p < 0,01$).

Отже, отримані результати дослідження дозволяють підвищити ефективність управління тренувальним процесом кваліфікованих футболістів. Зокрема, вони вказують на важливість індивідуального контролю показників компонентного складу тіла та максимального споживання кисню для корекції тренувальних програм.

Максимального споживання кисню ($МСК_{\text{відн.}}$), мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	-0,292	Довжина тіла, м.
	-0,992**	Маса тіла, кг.
	0,077**	Індекс маси тіла, кг·м ⁻²
	-0,710	% жиру
	0,667**	% скелетної мускулатури
	0,086**	Основний обмін–витрати енергії, (ккал)
	-0,274	Рівень вісцерального жиру, ум. од.

Рис. 1. Кореляційний статистичний взаємозв'язок максимального споживання кисню ($МСК_{\text{відн.}}$) та показників компонентного складу тіла кваліфікованих футболістів (n=16)

**– $p < 0,01$.

Дискусія. Ефективність тренувального процесу спортсменів залежить від багатьох чинників. Одним із ключових є дієвий контроль за їх підготовленістю. При виборі критеріїв контролю для оцінки різних сторін підготовленості спортсменів важливо, щоб ці критерії були інформативними та зручними для виконання в польових умовах тренувального процесу. У нашому дослідженні були використані методики визначення компонентного складу спортсменів на основі методу біоелектричного імпеданса, що рекомендується як вітчизняними (Вознюк, & Перепелиця, 2011; Щепотіна, 2014; Костюкевич, та. ін. 2017; Пазичук, 2019) так і зарубіжними (Ерл, & Бехль, 2016; Schmidt, & Carfer, 1990; Mc Ardle, Katch, T., & Katch, V., 2001) науковцями. Використання приладу BF511 фірми OMRON дозволяє достатньо в короткий термін (2–3 хв) визначити шість показників компонентного складу тіла спортсменів: масу тіла, індекс маси тіла, відсоток жиру, відсоток скелетної мускулатури, рівень вісцерального жиру та витрати енергії при функціонуванні організму спортсмена в стані відносного спокою. В той же

час, спостереження за динамікою показників компонентного складу тіла спортсменів дозволяє вносити відповідні корекції у структуру та зміст тренувального процесу.

Використання бігового варіанту тесту $PWC_{170}(V)$ (Карпман, Білоцерковський, Гудков, 1988) дозволяє визначити рівень функціональної підготовленості футболістів безпосередньо у тренувальному процесі, практично не змінюючи тривалість тренувального заняття. Цей тест обумовлений фізіологічним аспектом, тому що частота серцевих скорочень при м'язовій роботі прямо пропорційна її інтенсивності (Sjostrand, 1947).

При проведенні бігового варіанту тесту $PWC_{170}(V)$ отримуються такі значення функціональної підготовленості спортсменів: $PWC_{170}(V)$ – швидкість бігу спортсмена ($m \cdot s^{-1}$) з ЧСС 170 $уд \cdot хв^{-1}$; PWC_{170} – фізична працездатність спортсмена (Physical Working Capacity), що визначається в $кгм \cdot хв^{-1}$; максимальне споживання кисню ($МСК_{відн.}$, $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$). Всі ці показники функціональної підготовленості спортсменів можна розглядати як в комплексі, так і за кожним з них. Найбільш інформативним показником функціональної підготовленості спортсменів є $МСК_{відн.}$ (Платонов, 2021; Костюкевич, 2024; Wilmore, & Costill, 2004)

Наше дослідження дозволило отримати результати, на основі яких може здійснюватися оптимізація структури та змісту тренувального процесу кваліфікованих футболістів на різних етапах річного тренувального циклу.

Висновки.

1. Ефективність управління тренувальним процесом кваліфікованих спортсменів обумовлена використання різних методичних підходів за рівнем їх підготовленості, включаючи показники компонентного складу тіла та показники функціональної підготовленості.

2. Показники компонентного складу тіла визначалися на основі методу біоелектричного імпеданса з використанням приладу *BF511* компанії OMRON.

Визначено середні значення ($\bar{x} \pm S$) компонентного складу тіла кваліфікованих футболістів ($n=16$): довжина тіла – $1,80 \pm 0,02$ м; маса тіла – $75,3 \pm 5,75$ кг; індекс маси тіла – $23,1 \pm 1,56$ $кг \cdot м^{-2}$; % жиру – $15,6 \pm 1,86$; % скелетної мускулатури – $42,5 \pm 2,38$; рівень вісцерального жиру – $4,2 \pm 0,84$ ум. од.; витрати енергії для функціонування організму в стані відносного спокою – $1745,8 \pm 78,88$ ккал.

3. Оптимальним тестом для визначення показників функціональної підготовленості кваліфікованих футболістів в польових умовах тренувального процесу є біговий варіант тесту $PWC_{170}(V)$.

Встановлені середні значення ($\bar{x} \pm S$) показників функціональної підготовленості кваліфікованих футболістів ($n=16$): $PWC_{170}(V)$ – $4,02 \pm 0,14$ $м \cdot с^{-1}$; PWC_{170} – $1595,8 \pm 57,10$ $кгм \cdot хв^{-1}$; $МСК_{абс.}$ – $3952,3 \pm 90,39$ $мл \cdot хв^{-1}$; $МСК_{відн.}$ – $52,9 \pm 5,07$ $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$.

4. Встановлено статистичну кореляційну залежність між значенням $MKS_{\text{відн.}}$ та % скелетної мускулатури ($0,667$; $p < 0,01$) масою тіла ($-0,922$; $p < 0,01$), % жиру ($-0,710$; $p < 0,01$).

Перспектива подальших досліджень вбачається у визначенні взаємовпливу різних показників морфофункціонального стану та показників фізичної та функціональної підготовленості кваліфікованих футболістів на основі факторного аналізу.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ДЖЕРЕЛА ТА ЛІТЕРАТУРА

1. Антомонов, М. Ю., Коробейніков, Г. В., Хмельницька, І. В. & Харковлюк-Балакінна, Н. В. (2021). Математичні методи оброблення та моделювання результатів експериментальних досліджень: навч. посіб. Київ: *Олімпійська література*.

2. Вознюк, Тетяна, & Перепелиця, Олександр (2011). Морфофункціональні показники кваліфікованих спортсменів. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. пр.* Вип. 12, 58 – 67.

3. Эрл, Роджер, & Бехль, Р. Томас (2014). Основы персональной тренировки. Киев: *Олимпийская литература*.

4. Касьян, А. (2018). Дослідження взаємозв'язку показників спеціальних здібностей кваліфікованих баскетболістів студентських команд. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини*. Вип. 11, 170 – 177.

5. Костюкевич, В., & Коннов, С. (2022). Взаємозв'язок показників фізичної, функціональної та технічної підготовленості висококваліфікованих хокеїстів на траві у змагальному періоді макроциклу. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. пр.* Вип. 13(32). 175–187. DOI: 10.31652/2071-5285-2022-13(32)-175-187.

6. Костюкевич, Віктор (2024). Моделювання показників функціональної підготовленості спортсменів високої кваліфікації хокеї на траві. *Актуальні проблеми фізичного виховання та методики спортивного тренування*. 1, 102–115.

7. Костюкевич, Віктор, Перепелиця, Олександр, Поліщук, Володимир, & Гудима, Степан (2017) моніторинг складу тіла хокеїстів на траві різної кваліфікації. *Фізична культура спорт та здоров'я нації: зб. наук. пр.* Вип. 3(22), 332–340.

8. Костюкевич, В. М., Шевчик, Л. М., & Сокольвак, О. Г. (2015). Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті: навч. посіб. Вінниця: ТОВ «НіланЛТД».

9. Пазичук, О. (2019). Вплив фізичної підготовленості на морфофункціональний стан та енергетичні затрати кваліфікованих стрільців з лука. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. пр.*, 7(26). 200–204. DOI: 10.31652/2071-5285-2019-7-26-200-204.

10. Платонов, В. М. (2021) Сучасна система спортивного тренування. Київ: *Перша друкарня*.

11. Флерчук, Віктор (2013). Визначення кореляційних взаємозв'язків педагогічних тестів загальної фізичної підготовки за комплексом показників, що характеризують морфологічні та функціональні можливості каноїстів. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 3, 43–47.
12. Щепотіна, Н. Ю. (2014). Аналіз взаємозв'язку морфо-функціональних показників кваліфікованих волейболісток. *Молода спортивна наука України*. Вип. 18, т. 1, 330–335.
13. Щепотіна, Н. (2015). Дослідження взаємозв'язку морфо-функціональних показників волейболісток з рівнем їх фізичної підготовленості. *Фізична культура спорт та здоров'я нації: зб. наук. пр.* Вип. 15, 428–434.
14. Devries, H. A., & Houch, T. J. (1994). *Physiology of Exersise for Physical Education, Athletics, and Exersise Sciense*, 5thed. Madison, we: Brown and Benchmark.
15. Harry, K., & Booysen, M. M. (2018). The relationships of Activity Patterns and Heart Rate Profiles with Physical Performance Tests in Premier League Club Field Hockey Players in Johannesburg. *University of the witwatersrand, johannesburg, Faculty of Health Sciences*. Retrieved from. URL: <https://wiredspace.wits.ac.za/server/api/core/bitstreams/faa7b6ea-c4e6-4278-b31d-32a4980c14c5/content>
16. Mc Ardle, W. D., Katch, T. I. & Katch, V. L. (2001). *Exersise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performancem* 5thed. Philadelphia: Lippincott Williams Wilkins.
17. Perry, C. G, Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2008). High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(6), 1112–1123 doi: <https://doi.org/10.1139/H08-097>
18. Schmidt, P. K., & Carfer, J. E. (1990). Static and dynamic differences among life types of skinfold calipers. *Human Biology* 62, 369–388.
19. Sjostrand, T. (1947) Changes in the Respiratory Organe of Workmen at one Oresmeling Work. *Acta Med. Scand. Suppl.* 196. p. 687–699.
20. Vincent, W. J. (2005). *Statistics in Kinesiology* (3 rd ed.). Champaign: Human Kinetics.
21. Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Physiology of Sports and Exercise*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

REFERENCES

1. Antomonov, M. Yu., Korobeinikov, H. V., Khmelnytska, I. V., & Kharkovliuk-Balakinna, N. V. (2021). *Mathematical Methods of Processing and Modeling the Results of Experimental Studies: Textbook*. Kyiv: Olympic Literature.
2. Voznyuk, Tetiana, & Perepelytsia, Oleksandr (2011). Morphofunctional Indicators of Qualified Athletes. *Physical Culture, Sport, and Health of the Nation: Collection of Scientific Papers*. Issue 12, 58–67.
3. Earle, Roger, & Baechle, R. Thomas (2014). *Essentials of Personal Training*. Kyiv: Olympic Literature.

4. Kasian, A. (2018). Study of the Relationship Between the Indicators of Special Abilities of Qualified Basketball Players from University Teams. *Bulletin of Kamianets-Podilskyi National University named after Ivan Ohienko. Physical Education, Sport, and Human Health*. Issue 11, 170–177.
5. Kostiukevych, V., & Konnov, S. (2022). Relationship Between Physical, Functional, and Technical Preparedness Indicators of Highly Qualified Field Hockey Players During the Competitive Period of the Macrocycle. *Physical Culture, Sport, and Health of the Nation: Collection of Scientific Papers*. Issue 13(32), 175–187. DOI: 10.31652/2071-5285-2022-13(32)-175-187.
6. Kostiukevych, Viktor (2024). Modeling of Functional Preparedness Indicators of High-Qualification Field Hockey Athletes. *Current Issues of Physical Education and Sports Training Methods*. 1, 102–115.
7. Kostiukevych, Viktor, Perepelytsia, Oleksandr, Polishchuk, Volodymyr, & Hudyma, Stepan (2017). Monitoring of Body Composition in Field Hockey Players of Various Qualifications. *Physical Culture, Sport, and Health of the Nation: Collection of Scientific Papers*. Issue 3(22), 332–340.
8. Kostiukevych, V. M., Shevchyk, L. M., & Sokolvak, O. H. (2015). Metrological Control in Physical Education and Sports: *Textbook*. Vinnytsia: Nilan LTD.
9. Pazychuk, O. (2019). Influence of Physical Preparedness on the Morphofunctional State and Energy Expenditures of Qualified Archers. *Physical Culture, Sport, and Health of the Nation: Collection of Scientific Papers*, 7(26), 200–204. DOI: 10.31652/2071-5285-2019-7-26-200-204.
10. Platonov, V. M. (2021). *Modern System of Sports Training*. Kyiv: First Printing House.
11. Flerchuk, Viktor (2013). Determination of Correlation Relationships of General Physical Fitness Tests by a Complex of Indicators Characterizing the Morphological and Functional Capabilities of Canoeists. *Sports Bulletin of the Dnipro Region*. 3, 43–47.
12. Shchepotina, N. Yu. (2014). Analysis of the Relationship Between Morphofunctional Indicators of Qualified Volleyball Players. *Young Sports Science of Ukraine*. Issue 18, Vol. 1, 330–335.
13. Shchepotina, N. (2015). Study of the Relationship Between Morphofunctional Indicators of Volleyball Players and Their Level of Physical Preparedness. *Physical Culture, Sport, and Health of the Nation: Collection of Scientific Papers*. Issue 15, 428–434.
14. Devries, H. A., & Houch, T. J. (1994). *Physiology of Exercise for Physical Education, Athletics, and Exercise Science*, 5th ed. Madison, WI: Brown and Benchmark.
15. Harry, K., & Booysen, M. M. (2018). The Relationships of Activity Patterns and Heart Rate Profiles with Physical Performance Tests in Premier League Club Field Hockey Players in Johannesburg. *University of the Witwatersrand, Johannesburg, Faculty of Health Sciences*. Retrieved from URL: <https://wiredspace.wits.ac.za/server/api/core/bitstreams/faa7b6ea-c4e6-4278-b31d-32a4980c14c5/content>

16. McArdle, W. D., Katch, T. I., & Katch, V. L. (2001). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*, 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
17. Perry, C. G., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2008). High-Intensity Aerobic Interval Training Increases Fat and Carbohydrate Metabolic Capacities in Human Skeletal Muscle. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(6), 1112–1123. DOI: <https://doi.org/10.1139/H08-097>.
18. Schmidt, P. K., & Carfer, J. E. (1990). Static and Dynamic Differences Among Life Types of Skinfold Calipers. *Human Biology*, 62, 369–388.
19. Sjostrand, T. (1947). Changes in the Respiratory Organs of Workmen at an Ore Smelting Work. *Acta Med. Scand. Suppl.* 196, 687–699.
20. Vincent, W. J. (2005). *Statistics in Kinesiology* (3rd ed.). Champaign: Human Kinetics.
21. Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Physiology of Sports and Exercise*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

*Стаття надіслана до редколегії 23.09.2024 р.
Статтю рекомендовано до друку 14.10.2024 р.*