

DOI: 10.26693/jmbs05.05.313

УДК 612:796.33

Вдовенко Н. В.¹, Майданюк О. В.¹, Імас М. Є.², Шарафутдінова С. У.³

АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ КОМПОЗИЦІЙНОГО СКЛАДУ ТІЛА ТА РІВНЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ ФУТБОЛІСТІВ

¹Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту, Київ, Україна²Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна³Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського", Україна

natazlyv@gmail.com

Композиційний склад тіла спортсменів є одним із факторів, що може впливати на результативність спортивної діяльності являючись важливим компонентом тренувального процесу футболістів. У свою чергу, композиційний склад тіла залежить від спрямованості, інтенсивності та обсягу тренувальних навантажень. Відомо, що фізична активність та тренувальні навантаження призводять до зниження жирової та збільшення безжирової маси тіла.

Мета – визначити значущість композиційного складу тіла для функціональної підготовленості спортсменів, що спеціалізуються у футболі.

Під час проведення досліджень використовувались наступні методи: хронометрія, ергометрія, спірометрія, газоаналіз, пульсометрія, антропометрія та імпедансометрія, біохімічні методи дослідження, методи математичної статистики.

У результаті проведеного дослідження визначено вплив композиційного складу тіла, зокрема відсотку жиру в організмі, на рівень функціональної підготовленості футболістів. Збільшення жирової маси тіла може негативно впливати на потужність, швидкість та аеробні можливості спортсменів, що проявляється у зниженні максимального споживання кисню, швидкості та потужності футболістів при збільшенні маси тіла за рахунок жирового компонента.

Найбільших значень максимальної потужності та максимального споживання кисню досягають футболісти з вмістом жирової тканини в діапазоні від 9,0 до 16,0%. Підвищення рівня функціональної підготовленості футболістів можливе за рахунок оптимізації композиційного складу тіла спортсменів, а саме відсотку жиру в організмі.

Ключові слова: спортсмени, жирова маса, композиційний склад тіла, футбол.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проведено в межах наукових тем «Контроль та корекція метаболізму кваліфікованих спортсменів за умов інтенсивних фізичних навантажень» (№ держ. реєстрації 0120U103004), та 2.8 «Особливості соматичних, вісцеральних і сенсорних систем у кваліфікова-

них спортсменів на різних етапах підготовки» (№ держ. реєстрації 0116U001632).

Вступ. Композиційний склад тіла спортсменів є одним із факторів, що може впливати на результативність спортивної діяльності являючись важливим компонентом тренувального процесу футболістів [1, 2]. У свою чергу, композиційний склад тіла залежить від спрямованості, інтенсивності та обсягу тренувальних навантажень. Відомо, що фізична активність та тренувальні навантаження призводять до зниження жирової та збільшення безжирової маси тіла [1].

Аналіз результатів досліджень різних авторів [2, 3, 4, 5] щодо композиційного складу тіла кваліфікованих футболістів виявив певні відмінності відсотку жиру в організмі спортсменів. Так, кількість жиру в організмі спортсменів-чоловіків, що спеціалізуються з футболу, за даними W.L. Kenney et al. [6], в середньому становить 5-25% маси тіла. Водночас, процент жиру в організмі футболістів англійської Прем'єр-ліги варіював від 9,9 до 12,9% залежно від позиції [3], у футболістів трьох найуспішніших клубів Чорногорії становив у середньому від 8,66±2,92% до 11,88±2,38% [7], іспанських елітних резервних футболістів – від 6 до 9% в залежності від позиції [8], Сербії – 12,12±2,78% [9], Боснії і Герцеговини – 8,79±3,18% [10], Хорватії – 14,9±3,5% [11], Російського чемпіонату – 14,1±2,69% [5], першого дивізіону Національних коледжів США – 13,9±5,8% [12], Бразилії – 14,0±5,2% [13]. В оглядовій статті M. Slimani et al. [14] у результаті аналізу багатьох наукових досліджень показано суперечність середніх значень загального відсотку жиру в організмі футболістів різних країн.

У дослідженнях T. Reilly et al. [15] показано, що футболісти віком 15-16 років з вмістом жиру в організмі в середньому 11,3±2,1% та максимальним споживанням кисню (VO_{2max}) 59,0±1,7 мл·хв⁻¹·кг⁻¹ мали кращі аеробні можливості, ніж футболісти з вмістом жиру в організмі 13,9±3,8% та VO_{2max} 55,5±3,8 мл·хв⁻¹·кг⁻¹, відповідно. Максимальне споживання кисню елітних футболістів, за даними M. Slimani et al. [14], варіюється від 59,2 до 63,2 мл·хв⁻¹·кг⁻¹.

Незважаючи на те, що проблемі вивчення композиційного складу тіла кваліфікованих спортсменів присвячено численні дослідження, і на сьогодні питання визначення діапазону еталонних значень чинників, що впливають на результативність спортивної діяльності, залишаються не вирішеними, тому вивчення цього питання викликає як науковий, так і практичний інтерес у фахівців зі спортивної медицини, фізіології, біохімії та інших галузей спортивної науки.

Мета дослідження – визначити значущість композиційного складу тіла для функціональної підготовленості спортсменів, що спеціалізуються у футболі.

Матеріал та методи дослідження. Дослідження проведені відповідно до основних біоетичних норм Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення науково-медичних досліджень із поправками (2000, з поправками 2008), Універсальної декларації з біоетики та прав людини (1997), Конвенції Ради Європи з прав людини та біомедицини (1997). Письмова інформована згода була отримана у кожного учасника дослідження.

У дослідженнях приймали участь 81 футболіст (Українська Прем'єр-ліга), вік 20-30 років. Під час проведення досліджень використовувались наступні інструментальні методи: хронометрія, ергометрія, спірометрія, газоаналіз, пульсометрія, антропометрія та імпедансометрія, біохімічні методи дослідження, методи математичної статистики.

Обстеження спортсменів для оцінки їх рівня спеціальної працездатності проводилося в польових умовах з використанням комплексу навантажень максимального і помірного характеру (човниковий тест) [16]. Під час тесту футболіст виконував постійне фізичне навантаження (біг або ходьба) між двома маркерами (фішками), які знаходяться на відстані 20 м одна від одної. Швидкість задавалась і контролювалась з використанням аудіосигналів. Виконання тесту вважалось закінченим, якщо спортсмен двічі не встигав до наступного маркера за сигналом. Після цього спортсмен переходив у фазу відновлення. Тест тривав від 15 до 20 хв в залежності від індивідуального часу проходження фази максимального навантаження.

Дослідження проводилися з використанням портативного газоаналізатора «Охусон Mobil» (Jeager, Німеччина), пульсометрів («Polar S810i» або «Polar S410», Фінляндія). У процесі дослідження визначали такі показники: абсолютне та відносне максимальне споживання кисню (VO_{2max} , мл·хв⁻¹; мл·хв⁻¹·кг⁻¹), частота серцевих скорочень (ЧСС, уд·хв⁻¹), абсолютний та відносний хвилинний об'єм дихання (л·хв⁻¹ та л·хв⁻¹·кг⁻¹) тощо. Кон-

центрацію лактату в периферичній крові спортсменів визначали за допомогою варіофотометра «Diaglobal» (Німеччина).

Для визначення складу тіла спортсменів досліджували масу тіла (кг), відсотковий вміст води та жиру (%), вісцеральний жир та без жиру масу тіла (кг). Композиційний склад тіла спортсменів визначали методом імпедансометрії на професійних вагах-аналізаторах складу тіла «Tanita BC-545» (Tanita, Японія).

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали з використанням програмного пакета «STATISTICA 6.0». Використовували такі методи математичної статистики: метод кластерного аналізу, кореляційний аналіз (кореляція Спірмена). Вірогідність відмінностей визначали за непараметричним критерієм Колмогорова-Смірнова. Відповідність вибірки за нормальним розподілом перевірялась за показниками асиметрії та ексцесу, які вказували на близькість розподілу до нормальної кривої.

Результати дослідження та їх обговорення. У результаті проведених антропометричних досліджень у спортсменів (табл. 1), що спеціалізуються з футболу, нами було встановлено, що зріст обстежених у середньому становить 180,42 см, маса тіла – 75,65 кг, відсоток жиру в середньому складає 15,41%.

Аналіз розподілу відсотку жиру у виборці спортсменів виявив той факт, що у переважній більшості (54%) випадків, вміст жиру знаходиться в межах від 11 до 16%. Максимальна потужність під час виконання тестового навантаження в середньому склала 252,73±22,51 Вт, що становить 3,34±0,11 Вт·кг⁻¹, VO_{2max} досягало в середньому 4577,81±466,36 мл·хв⁻¹ (60,86±5,70 мл·хв⁻¹·кг⁻¹).

Таблиця 1 – Антропометричні показники та композиційний склад тіла спортсменів, що спеціалізуються з футболу (n = 135)

Показник	$\bar{X} \pm \sigma$	95%
Зріст, см	180,42±6,28	178,86-181,97
Маса тіла, кг	75,65±6,38	74,56-76,73
Відсоток жиру, %	15,41±3,63	14,79-16,02
Жирова маса тіла, кг	11,74±3,18	11,20-12,28
Безжирова маса тіла, кг	63,91±5,14	63,04-64,79

Логічним продовженням нашого дослідження стало з'ясування значущості композиційного складу тіла для формування спеціальної працездатності спортсменів, що спеціалізуються з футболу. Для цього нами проведено кореляційний аналіз взаємозв'язку між показниками антропометрії та імпедансометрії спортсменів та їх спеціальною працездатністю.

У результаті дослідження виявлено вірогідні кореляційні взаємозв'язки між величинами рівня функціональної підготовленості та показниками композиційного складу тіла. Так, встановлено вірогідний кореляційний взаємозв'язок між безжировою масою тіла та абсолютною потужністю ($r = 0,90$; $p \leq 0,05$), безжировою масою та VO_{2max} ($r = +0,44$; $p \leq 0,05$). Також виявлено вірогідний кореляційний взаємозв'язок між відсотком жиру та

питомою потужністю ($r = -0,45$; $p \leq 0,05$), відсотком жиру та швидкістю ($r = -0,50$; $p \leq 0,05$) (рис. 1).

Виходячи з цього можна зробити висновок, що збільшення відсотку жиру супроводжується зниженням питомої потужності та швидкості. Найбільшу питому потужність та рівень VO_{2max} продемонстрували спортсмени з відносно меншим відсотком жиру в організмі – у діапазоні від 9,0 до 16,0%.

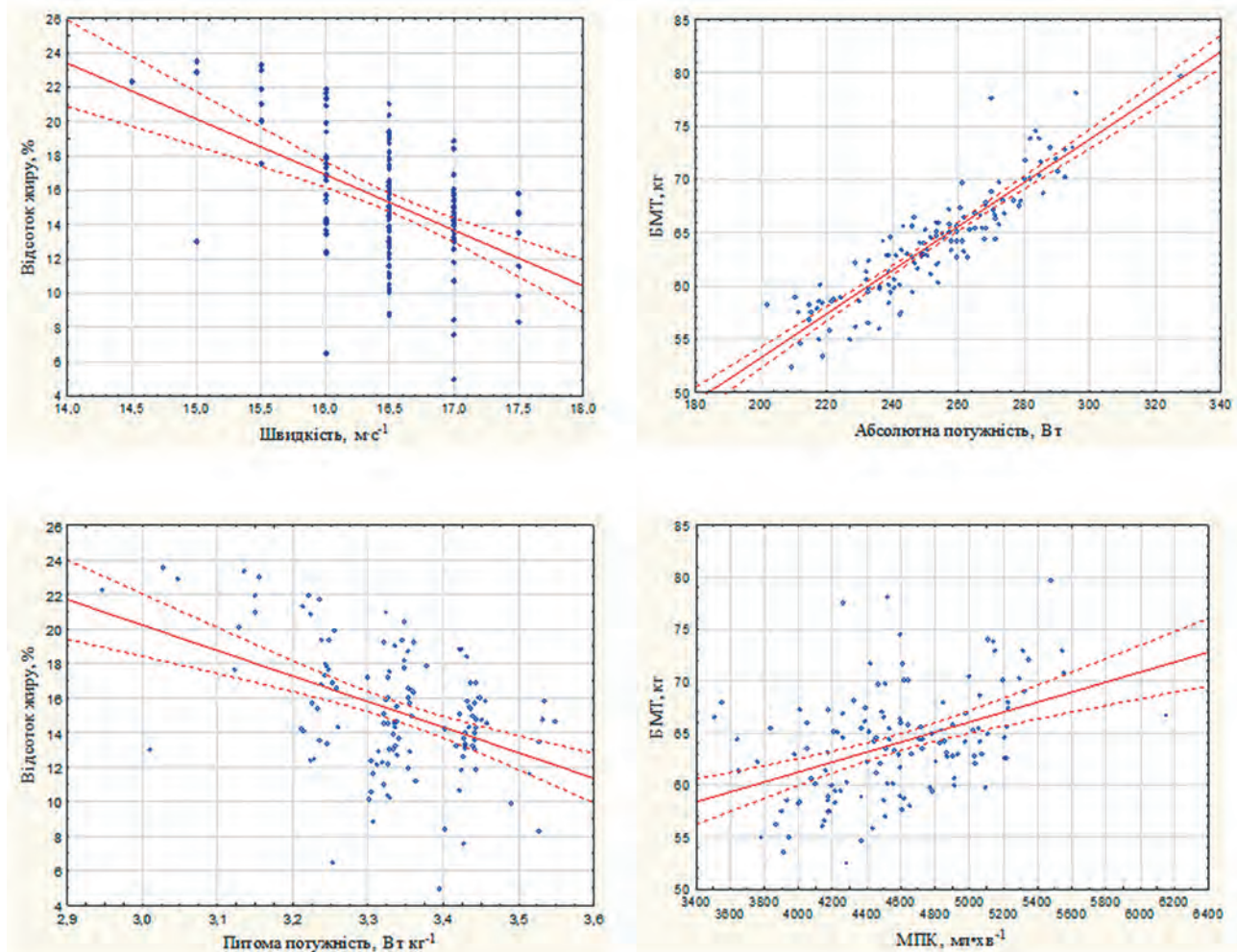


Рис. 1. Кореляційний взаємозв'язок між безжировою масою тіла, абсолютною потужністю, VO_{2max} та відсотком жиру, швидкістю, питомою потужністю футболістів

Для більш детального аналізу значущості композиційного складу тіла для спеціальної працездатності спортсменів, що спеціалізуються з футболу нами використано метод кластерного аналізу (метод К-середніх). У результаті кластерного аналізу виділено три групи спортсменів залежно від вмісту жиру в організмі. Першу групу склали спортсмени, у яких відсоток жиру в організмі становив у середньому $11,32 \pm 2,03\%$, другу – $15,37 \pm 1,26\%$, третю – $20,33 \pm 1,81\%$ (табл. 2).

Встановлено, що найвищий рівень функціональної підготовленості за показниками питомої потужності та швидкості продемонстрували спортсмени 1-ої та 2-ої груп. Як видно з наведених

у таблиці 2 даних, показники спеціальної працездатності та композиційного складу тіла у спортсменів обох груп практично не мали суттєвих відмінностей. Водночас спортсмени третьої групи досягали найменшої питомої потужності та мали найнижчу швидкість.

На підставі спостереження визначено вплив композиційного складу тіла, зокрема відсотку жиру в організмі, на фізичну працездатність спортсменів, що спеціалізуються з футболу. Зокрема, збільшення жирової маси тіла може негативно впливати на питому потужність, швидкість та аеробні можливості спортсменів, що проявляється у зниженні VO_{2max} , швидкості та потужності футболістів

при збільшенні маси тіла за рахунок жирового компонента.

Щодо показників композиційного складу тіла, то процент жиру в організмі футболістів відповідав даним, отриманим W.L. Kenney et al. [6], а також верхнього діапазону значень гравців Хорватії [11], Росії [5], першого дивізіону Національних коледжів США [12], Бразилії [13]. Проте, зазначений показник був значно вищим за дані футболістів англійської Прем'єр-ліги [3], Іспанії [8], Чорногорії [7], Сербії [9], Боснії і Герцеговини [10].

Високий рівень функціональної підготовленості футболістів дозволяє спортсменам підтримувати свою фізичну форму на оптимальному рівні протягом матчу та сезону. За показником VO_{2max} обстежені спортсмени відповідали достатньо високому рівню елітних футболістів [14].

Встановлено, що збільшення відсотка жиру в організмі вище 16% супроводжується зниженням рівня функціональної підготовленості, а саме, аеробних можливостей кваліфікованих спортсменів-футболістів. Це не повною мірою узгоджується з даними T. Reilly et al. [15], що, можливо, пов'язано з віком футболістів (15–16 років), а також методологією спостереження.

Виходячи з цього можна зробити висновок, що підвищення рівня функціональної підготовленості футболістів можливе за рахунок оптимізації композиційного складу тіла спортсменів, а саме відсотку жиру в організмі. Таким чином, оцінка складу тіла може надати цінну інформацію щодо змін в

Таблиця 2 – Показники тестового навантаження спортсменів залежно від вмісту жиру в організмі (n=135; $\bar{X} \pm \sigma$)

Показник	Група 1 (n = 38)	Група 2 (n = 65)	Група 3 (n = 32)
Відсоток жиру, %	11,32±2,03	15,37±1,26	20,33±1,81
Маса тіла, кг	71,84±6,34	78,04±6,23	76,69±5,54
Безжирова маса тіла, кг	63,68±5,49	64,89±4,63	62,19±5,34
Абсолютна потужність, Вт	241,08±22,57	258,43±20,29	254,97±22,55
Питома потужність, Вт кг ⁻¹	3,36±0,09	3,37±0,09	3,27±0,14
VO_{2max} , мл·хв ⁻¹	4443,34±386,64	4728,22±483,47	4432,00±441,13
VO_{2max} , мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	62,08±3,96	61,56±5,82	58,02±4,48
Швидкість, м·с ⁻¹	16,66±0,47	16,66±0,47	15,64±0,70
Концентрація лактату на 10 с відновлення, ммоль·л ⁻¹	13,41±2,30	12,64±2,25	12,16±2,57
Концентрація лактату на 3 хв відновлення, ммоль·л ⁻¹	12,97±2,34	13,02±2,08	12,71±2,60

організмі, що виникають в тренувальному процесі та бути одним із чинників підвищення ефективності тренувальної та змагальної діяльності футболістів.

Висновки. У результаті проведеного дослідження визначено вплив композиційного складу тіла, зокрема відсотку жиру в організмі, на рівень функціональної підготовленості футболістів. Зокрема, збільшення жирової маси тіла може негативно впливати на потужність, швидкість та аеробні можливості спортсменів, що проявляється у зниженні VO_{2max} , швидкості та потужності футболістів при збільшенні маси тіла за рахунок жирового компонента. Найвищих значень максимальної потужності та VO_{2max} досягають футболісти з вмістом жирової тканини в діапазоні від 9,0 до 16,0%.

Перспективи подальших досліджень передбачають вивчення ефективних шляхів оптимізації композиційного складу тіла для підвищення ефективності тренувальної та змагальної діяльності спортсменів.

References

- Lukaski HC. *Body Composition: Health and Performance in Exercise and Sport*. 1st ed. London UK: Taylor & Francis Group; 2017. 401 p.
- Leão C, Camões M, Clemente FM, Nikolaidis PT, Lima R, Bezerra P, et al. Anthropometric Profile of Soccer Players as a Determinant of Position Specificity and Methodological Issues of Body Composition Estimation. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(13): 2386. doi: 10.3390/ijerph16132386
- Sutton L, Scott M, Wallace J, Reilly T. Body composition of English Premier League soccer players: influence of playing position, international status, and ethnicity. *J Sports Sci*. 2009; 27(10): 1019-1026. doi: 10.1080/02640410903030305
- Vasiljevic I, Bjelica D, Gardasevic J, Bubanja M, Corluca M, Arifi F, et al. Elite Football Players of Bosnia and Herzegovinian and Kosovian Clubs and Differences in the Morphological Characteristics and Body Composition among them. *Journal of Anthropology of Sport and Physical Education*. 2020; 4(2): 9-13. doi: 10.26773/jaspe.200402
- Ordzhonikidze ZG, Pavlov VI. *Fiziologiya futbola* [Physiology of football]. M: Chelovek. Olimpiya; 2008. 240 s. [Russian]

6. Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of sport and exercise*. 5th ed. Human Kinetics; 2012. 622 p.
7. Gardevic J, Bjelica D, Vasiljevic I. Morphological characteristics and body composition of elite soccer players in Montenegro. *Int J Morphol*. 2019; 37(1): 284-288.
8. Vega JM, Gonzalez-Artetxe A, Aguinaco JA, Los Arcos A. Assessing the Anthropometric Profile of Spanish Elite Reserve Soccer Players by Playing Position over a Decade. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(15): 5446. doi: 10.3390/ijerph17155446
9. Bjelica D, Masanovic B, Krivokapic, D. A comparative study of anthropometric measurements and body composition between junior football and basketball players from the Serbian National League. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. 2020; 12(1): 11-19. doi: 10.29359/BJHPA.12.1.02
10. Corluka M, Bjelica D, Vasiljevic I, Bubanja M, Georgiev G, Zeljko I. Differences in the morphological characteristics and body composition of football players of hsc zrinjski mostar and fc siroki brijeg in bosnia and herzegovina. *Sport Mont*. 2018; 16(2): 77-81. doi: 10.26773/smj.180614
11. Matković BR, Misigoj-Duraković M, Matković B, Janković S, Ruzić L, Leko G, et al. Morphological differences of elite Croatian soccer players according to the team position. *Coll Antropol*. 2003; 27(Suppl 1): 167-174.
12. Silvestre R, Kraemer WJ, West C, Judelson DA, Spiering BA, Vingren JL, et al. Body composition and physical performance during a National Collegiate Athletic Association Division I men's soccer season. *J Strength Cond Res*. 2006; 20(4): 962-970. doi: 10.1519/R-18165.1
13. Gerosa-Neto J, Rossi FE, Silva CB, Campos EZ, Fernandes RA, Freitas Júnior IF. Body composition analysis of athletes from the elite of Brazilian soccer players. *Motri*. [online]. 2014; 10(4): 105-110. doi: 10.6063/motricidade.10(4).3567
14. Slimani M, Nikolaidis PT. Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019; 59(1): 141-163. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07950-6
15. Reilly T, Williams AM, Nevill A, Franks A. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *J Sports Sci*. 2000; 18(9): 695-702. doi: 10.1080/02640410050120078
16. Dranitsin OV, Dryukov SV. Rozrobka ta zastosuvannya metodiv zvukovogo zavdannya intensivnosti fizichnih navantazhen dlya funktsionalnoyi diagnostiki kvalifikovanih sportsmeniv [Development and application of methods of sound setting of intensity of physical activities for functional diagnostics of qualified athletes]. *Moloda sportivna nauka Ukraini*. 2007; 11(4): 104-9. [Ukrainian]

УДК 612:796.33

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА ТЕЛА И УРОВНЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ФУТБОЛИСТОВ

Вдовенко Н., Майданюк Е., Имас М., Шарафутдинова С.

Резюме. Композиционный состав тела спортсменов является одним из факторов, который может влиять на результативность спортивной деятельности являясь важным компонентом тренировочного процесса футболистов. В свою очередь, композиционный состав тела зависит от направленности, интенсивности и объема тренировочных нагрузок. Известно, что физическая активность и тренировочные нагрузки приводят к снижению жировой и увеличению безжировой массы тела.

Цель – определить значимость композиционного состава тела для функциональной подготовленности спортсменов, специализирующихся в футболе.

При проведении исследований использовались следующие методы: хронометрия, эргометрия, спирометрия, газоанализ, пульсометрия, антропометрия и импедансометрия, биохимические методы исследований, методы математической статистики.

В результате проведенного исследования установлено влияние композиционного состава тела, в частности, процента жира в организме, на уровень функциональной подготовленности футболистов. Увеличение жировой массы тела может негативно влиять на мощность, скорость и аэробные возможности спортсменов, что проявляется в снижении максимального потребления кислорода, скорости и мощности футболистов при увеличении массы тела за счет жирового компонента.

Наибольших значений максимальной мощности и максимального потребления кислорода достигают футболисты с содержанием жира в диапазоне от 9,0 до 16,0%. Повышение уровня функциональной подготовленности футболистов возможно за счет оптимизации композиционного состава тела, а именно нормализации процента жира в организме.

Ключевые слова: спортсмены, жировая масса, композиционный состав тела, футбол.

UDC 612:796.33

Analysis of the Relationship between Body Composition and the Level of Functional Readiness of Football Players

Vdovenko N., Maydaniuk E., Imas M., Sharafytdinova S.

Abstract. The compositional content of the body of athletes is one of the factors that can affect the effectiveness of sports activity, being an important component of the training process of football players. In turn, the composition of the body depends on the orientation, intensity and volume of training loads. Physical activity and exercise are known to lead to a decrease in body fat and an increase in lean body mass.

The purpose of the study was to determine the significance of body composition for functional readiness of football players.

Material and methods. The research involved 81 football players (Ukrainian Premier League), aged 20-30 years. During the research, the following methods were used: chronometry, ergometry, spirometry, gas analysis, heart rate monitoring, anthropometry and impedance measurement, biochemical research methods, and mathematical statistics methods.

Results and discussion. As a result of the study, we established the influence of the body composition, in particular the percentage of body fat, on the level of functional readiness of football players. The probable correlations between the values of the level of functional readiness and indicators of the composition of the body were revealed. We found probable correlation between lean body mass and absolute power ($r = 0.90$; $p \leq 0.05$), lean mass and $VO_2\max$ ($r = 0.44$; $p \leq 0.05$). A probable correlation between the percentage of fat and specific power ($r = -0.45$; $p \leq 0.05$), the percentage of fat and speed ($r = -0.50$; $p \leq 0.05$) was also revealed. An increase in body fat mass can negatively affect the specific power, speed and aerobic capabilities of athletes; it manifests itself in a decrease in the $VO_2\max$, speed and power of football players with an increase in body weight due to the fat component.

Conclusion. The highest values of maximum power and $VO_2\max$ were achieved by football players with adipose tissue content in the range from 9.0 to 16.0%. An increase in the level of functional readiness of football players is possible by optimizing the compositional composition of the body of athletes, namely, the percentage of body fat.

Keywords: athletes, fat mass, body composition, football.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

Стаття надійшла 03.09.2020 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування