

**ПОКАЗНИКИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЇХ НАЛЕЖНИХ ВЕЛИЧИН У ФУТБОЛІСТІВ ЮНАЦЬКОГО ВІКУ**

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова (м. Вінниця)

Isarafinyuk@gmail.com

Дослідження виконане в межах загально-університетської тематики «Особливості показників гемодинаміки в залежності від параметрів будови тіла у спортсменів різних видів спорту» (№ державного реєстру 0115U004045).

**Вступ.** Футбол був і залишається наймасовішим видом спорту в нашій країні, але при цьому за даними досліджень продуктивність роботи дитячих спортивних установ, що займаються підготовкою футболістів високої кваліфікації, залишається дуже низькою [9]. Підтвердженням цьому факту можуть служити постійні невдачі національної і юнацької збірних команд країни в найбільших міжнародних змаганнях по футболу, які ми спостерігаємо за останні роки. Одна з причин що пояснює даний факт полягає в тому, що сучасні досягнення спортивної науки не завжди знаходять належне відображення в практичній роботі тренерів [4]. Командні спортивні ігри, включаючи футбол, відрізняються тим, що основний об'єм навантажень, що виконуються в тренувальному процесі, носить спеціалізований характер, а як пріоритетні засоби підготовки використовуються групові і командні вправи ігрового характеру. У таких умовах облік індивідуальних можливостей спортсменів у рамках програмування тренувального ефекту край ускладнений. Особливе значення набуває облік індивідуальних особливостей спортсменів, коли неадекватність тренувальних дій адапційним можливостям організму може привести не до зростання тренуваності, а до перетренування і як наслідок, розвитку патологічних станів [9]. Морфо-функціональні особливості серцево-судинної системи визначають рівень можливих спортивних досягнень у будь-якому виді спорту [6,11,12,13,19], тому вивчення даних параметрів актуально і не втрачає практичного значення. Велика кількість наукових досліджень направлена на вивчення серця та показників центральної гемодинаміки з позиції локальної конституції, основою якої є найбільш специфічна морфологічна форма органу [10,16]. Використовуючи методи ехокардіографії [3], електрокардіографії [5] та тетраполярної реокардіографії [17] встановлені сомато-вісцерометричні особливості показників центральної гемодинаміки у спортсменів різних видів спорту.

**Метою роботи** було встановлення особливостей реографічних показників центральної гемодинаміки у футболістів високого рівня спортивної майстерності юнацького віку та моделювання їх належних величин.

**Об'єкт і методи дослідження.** У дослідженні взяли участь практично здорові юнаки віком від 17 до 21 року. Контрольну групу склали 73 юнаки,

які не займалися спортом і на момент обстеження були практично здоровими. Висновок було зроблено після проведеного їм детального клініко-лабораторного дослідження (ультразвукової діагностика серця, магістральних судин, щитоподібної залози, паренхіматозних органів черевної порожнини, нирок, сечового міхура; рентгенографії грудної клітки; спірографії; тетраполярної реокардіографія; стоматологічного обстеження; визначення основних біохімічних показників крові; оцінки рівня гормонів щитоподібної залози). Нами також проведено комплексне обстеження футболістів високого рівня спортивної майстерності (від першого дорослого розряду до майстрів спорту). Всі спортсмени мали спортивний стаж не менше як 3 роки та на момент обстеження знаходилися на підготовчому періоді тренувального циклу. Діагностику проводили не менше ніж через добу після тренувального навантаження. Спортсмени, у яких були виявлені ознаки перетренування та перенапруження не приймали участь у подальшому дослідженні. Після проведеного обстеження було відібрано 22 футболісти, які не мали відхилень у стані здоров'я.

Реографічні параметри визначали за допомогою комп'ютерного діагностичного комплексу, що забезпечує одночасну реєстрацію електрокардіограми, тетраполярної реограми та вимірювання артеріального тиску. Враховуючи показники реокардіограми, відстань між електродами, зріст і масу та площу поверхні тіла, систолічний, діастолічний та середній артеріальний тиск, частоту серцевих скорочень за допомогою формул ми обчислювали показники центральної гемодинаміки [15]. Нами було проведено антропометричне дослідження за методикою Бунака [2], соматотипологічне – за розрахунковою модифікацією метода Heath-Carter [18], визначення компонентного складу маси тіла за Матейко [8]. Статистичну обробку отриманих результатів було проведено з використанням пакету "Statistica 5.5" (ліцензійний № АХХR910A374605FA). Визначали характер розподілів для кожного з отриманих варіаційних рядів за Шапіро-Уїлком, середні та стандартне квадратичне відхилення для кожної ознаки. Оскільки у переважній більшості випадків розподіл ознак, які вивчалися, відрізнявся від нормальних, ми використовували непараметричні методи статистичного аналізу, вірогідність різниці значень між незалежними кількісними величинами визначали за допомогою U-критерію Мана-Уїтні. Для розробки належних показників центральної гемодинаміки залежно від особливостей будови тіла нами був застосований метод покрокового регресійного аналізу [1].

**Результати дослідження та їх обговорення.** При порівнянні показників систолічного артеріального тиску, виявлено, що практично здорові міські особи чоловічої статі юнацького віку, які не займаються спортом, мають нижчі середні значення даного показника (124,4 мм.рт.ст.), ніж футболісти (131,1 мм.рт.ст.) (**табл. 1**). Між ними встановлено статистично значущі відмінності ( $p < 0,05$ ). Нами встановлено, що футболісти мають достовірно більший ( $p < 0,05$ ) діастолічний артеріальний тиск (81,86 мм.рт.ст.), у порівнянні з неспортсменами (76,7 мм.рт.ст.).

Таблиця 1.

**Особливості показників артеріального тиску у футболістів ( $M \pm \sigma$ )**

Показники	Група	$M \pm \sigma$	p
Артеріальний тиск систолічний (мм.рт.ст.)	Неспортсмени	124,4±11,5	<0,05
	Футболісти	131,1±13,7	
Артеріальний тиск діастолічний (мм.рт.ст.)	Неспортсмени	76,71±9,72	<0,05
	Футболісти	81,86±10,59	
Середній артеріальний тиск (мм.рт.ст.)	Неспортсмени	92,26±8,90	<0,05
	Футболісти	97,95±10,75	

Необхідно зазначити, що юнаки, які не займалися спортом, мають меншу величину середнього артеріального тиску, ніж футболісти, які мають значну варіабельність даного показника в межах групи. Нами встановлено достовірне збільшення даного гемодинамічного параметра у футболістів порівняно з неспортсменами (**табл. 1**).

Специфіка спортивної діяльності значно впливає на величину ударного об'єму крові, зокрема, у футболістів даний показник центральної гемодинаміки має більші середні значення (95,6 мл), ніж у неспортсменів (86,4 мл), за величиною даного показника між цими групами встановлені достовірні відмінності ( $p < 0,05$ ) (**табл. 2**).

Таблиця 2.

**Особливості гемодинамічних об'ємів та індексів футболістів ( $M \pm \sigma$ )**

Показники	Група	$M \pm \sigma$	p
Ударний об'єм крові (мл)	Неспортсмени	86,47±18,82	<0,05
	Футболісти	95,62±23,43	
Хвилинний об'єм крові (л)	Неспортсмени	5,060±1,067	>0,05
	Футболісти	5,129±0,992	
Ударний індекс (мл/м <sup>2</sup> )	Неспортсмени	46,59±10,36	<0,05
	Футболісти	52,36±12,78	
Серцевий індекс (л/м <sup>2</sup> )	Неспортсмени	2,757±0,617	>0,05
	Футболісти	2,830±0,520	

Нами не виявлено статистично значущих відмінностей між групами футболістів і неспортсменів за величиною хвилинного об'єму крові у стані спокою. У футболістів встановлена тенденція ( $p < 0,07$ ) до більших значень величини ударного індексу (52,36мл/м<sup>2</sup>) в порівнянні з юнаками, які не займаються спортом (46,59 мл/м<sup>2</sup>). Не встановлено значної різниці величини серцевого індексу у футболістів та неспортсменів ( $p > 0,05$ ) (**табл. 2**).

Величина питомого периферичного опору у футболістів та неспортсменів, має приблизно однакові значення, і нами не виявлено достовірних відмінностей за величиною даного показника (**табл. 3**).

Таблиця 3.

**Особливості гемодинамічних показників у футболістів ( $M \pm \sigma$ )**

Показники	Група	$M \pm \sigma$	p
Питомий периферичний опір (Дин/с/см-5)	Неспортсмени	35,12±8,69	>0,05
	Футболісти	36,04±9,45	
Загальний периферичний опір (Дин/с/см-5)	Неспортсмени	1522±354	>0,05
	Футболісти	1593±414	
Об'ємна швидкість руху крові (мл/с)	Неспортсмени	328,6±64,7	>0,05
	Футболісти	355,1±80,2	
Потужність лівого шлуночка (Вт)	Неспортсмени	4,051±0,944	<0,05
	Футболісти	4,595±0,979	
Витрати енергії (Вт/л)	Неспортсмени	0,209±0,022	<0,05
	Футболісти	0,209±0,022	

Загальний периферичний опір має більші значення у групі футболістів, ніж у неспортсменів, але дана група неоднорідна за величиною даного показника, тому між цими групами відсутні достовірні відмінності. Об'ємна швидкість руху крові має більші середні значення у футболістів, ніж у контрольній групі, але достовірних відмінностей при порівнянні ми не виявили. Юнаки, які займаються футболом мають більшу потужність лівого шлуночка, ніж неспортсмени. Ми виявили достовірні відмінності ( $p < 0,05$ ) за величиною даного показника між цими групами юнаків. Показник витрат енергії у групі осіб, які займаються футболом, більший, ніж у юнаків, які не займаються спортом. Нами встановлені достовірні відмінності між даними групами ( $p < 0,05$ ) (**табл. 3**).

Таким чином, встановлено, що окремі гемодинамічні показники футболістів мають достовірно більші значення або виражену тенденцію до збільшення порівняно з особами, які не займаються спортом. Тому виникає необхідність вирішення питання про те, як інтерпретувати отриманні результати, чи є вони нормальними для спортсменів даного виду спорту, або є варіантом початкових патологічних відхилень. Останнім часом з'явилися роботи про зв'язок гемодинаміки і соматичних показників організму [7]. Моделювання належних показників центральної ге-

модинаміки залежно від особливостей будови тіла є надзвичайно актуальним і може широко використовуватись у діагностичних цілях [14].

У результаті проведеного прямого покрокового регресійного аналізу з'ясувалося, що у футболістів всі 12 реографічних параметрів центральної гемодинаміки залежали від конституціональних характеристик організму більше, ніж на 50 %, для них були побудовані математичні моделі, які дають можливість, враховуючи індивідуальні антропометричні та соматотипологічні показники, визначити у кожного футболіста притаманні саме йому параметри центральної гемодинаміки.

Практично всі коефіцієнти моделі систолічного артеріального тиску у футболістів мають достатньо високу достовірність, за винятком сагітальної дуги голови. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 88,6 % апроксимує дану допустимо залежну змінну. Модель має вигляд наступного лінійного рівняння:

$$ADC = 136,6 - 1,369 \cdot SAGDUG + 11,56 \cdot OBPR2 - 2,117 \cdot OBT + 5,297 \cdot GPPL - 3,041 \cdot GGL$$

де (тут і в подальшому), ADC – артеріальний систолічний тиск (мм. рт. ст.); SAGDUG – сагітальна дуга голови (см); OBPR2 – обхват передпліччя у нижній частині (см); OBT – обхват талії (см); GPPL – товщина шкірно-жирової складки на передній поверхні плеча (мм); GGL – товщина шкірно-жирової складки на гомілці (мм).

Всі коефіцієнти моделі діастолічного артеріального тиску у футболістів статистично значущі. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 91,8 % апроксимує дану змінну. Модель має вигляд наступного лінійного рівняння:

$$ADD = 67,39 - 2,360 \cdot SAGDUG + 2,411 \cdot CRIS + 5,803 \cdot OBPR2 - 1,156 \cdot OBT + 0,084 \cdot STAN$$

де (тут і в подальшому), ADD – артеріальний діастолічний тиск (мм. рт. ст.); CRIS – міжребенева відстань (см); STAN – станова динамометрія (кг).

Встановлено, що більшість коефіцієнтів моделі показника середнього артеріального тиску мають достатньо високу достовірність, за винятком вільного члена. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 94,8 % обумовлює дану залежну змінну.  $ADS = 54,49 - 2,014 \cdot SAGDUG + 2,225 \cdot CRIS + 6,826 \cdot OBPR2 - 1,264 \cdot OBT + 1,819 \cdot SHLICA$

де (тут і в подальшому), ADS – середній артеріальний тиск (мм. рт. ст.); SHLIC – ширина обличчя (см).

Всі коефіцієнти моделі ударного об'єму крові у футболістів мають достатньо високу достовірність. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 91,7 % обумовлює дану змінну. Модель має вигляд наступного лінійного рівняння:

$$YO = 582,1 - 13,43 \cdot PSG - 6,353 \cdot CRIS + 19,80 \cdot EPPR + 5,849 \cdot SGK - 4,260 \cdot NSHGL - 3,568 \cdot OBG1$$

де (тут і в подальшому), YO – ударний об'єм крові (мл); PSG – поперечний серединногрудний діаметр (см); EPPR – ширина дистального епіфіза передпліччя (см); SGK – передньо-задній середньогруднинний діаметр (см); NSHGL – найменша ширина голови (см); OBG1 – обхват гомілки у верхній частині (см).

Всі коефіцієнти моделі хвилинного об'єму крові соматотипу мають достовірність. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 91,1 % визначає допустимо залежну змінну.

$$MO = 8,372 - 0,442 \cdot SHLICA - 0,233 \cdot CRIS + 0,232 \cdot GGP - 0,439 \cdot PSG + 0,321 \cdot OVK + 0,133 \cdot ATV$$

де (тут і в подальшому), MO – хвилинний об'єм крові (л); GGP – товщина шкірно-жирової складки на грудях (мм); OVK – обхват кисті (см); ATV – висота вертлюгової точки (см).

Всі коефіцієнти моделі ударного індексу статистично значущі. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 97,3 % визначає варіабельність даної залежної змінної.

$$UI = 338,7 - 9,682 \cdot PSG - 4,323 \cdot CRIS + 25,26 \cdot EPPR - 11,07 \cdot BSHGL + 2,653 \cdot H - 2,432 \cdot ATPL + 3,272 \cdot SGK - 1,214 \cdot OBB$$

де (тут і в подальшому), UI – ударний індекс (мл/м<sup>2</sup>); BSHGL – найбільша ширина голови (см); H – довжина тіла (см); ATPL – висота акроміальної точки (см); OBB – обхват стегна (см).

Встановлено, що коефіцієнти моделі серцевого індексу мають достатньо високу достовірність, за винятком вільного члена. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 93,05 % апроксимує допустимо залежну змінну.

$$CI = -1,707 - 0,051 \cdot LEWK + 0,197 \cdot GGP - 0,460 \cdot GPR + 0,042 \cdot ATPL + 0,155 \cdot GZPL - 0,09 \cdot CRIS + 0,505 \cdot EPPR$$

де (тут і в подальшому), CI – серцевий індекс (л/хв/м<sup>2</sup>); LEWK – динамометрія лівої кисті (кг); GPR – товщина шкірно-жирової складки на передпліччі (мм); GZPL – товщина шкірно-жирової складки на задній поверхні плеча (мм).

Всі коефіцієнти моделі питомого периферичного опору достовірні. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 92,28 % визначає варіабельність даної змінної.

$$UPS = -145,6 + 8,651 \cdot SHLICA + 2,679 \cdot CRIS - 0,687 \cdot ATPL - 3,615 \cdot NSHGL + 2,467 \cdot OBG1 + 0,563 \cdot OBBB$$

де (тут і в подальшому), UPS – питомий периферичний опір (Дин/с/см<sup>5</sup>); OBBB – обхват стегон (см).

Практично всі коефіцієнти моделі загального периферичного опору мають високу достовірність, за винятком вільного члена. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 90,2 % обумовлює допустимо залежну змінну. Модель має вигляд:

$$OPS = -3541 + 356,1 \cdot SHLICA + 117,2 \cdot CRIS - 30,35 \cdot ATPL - 125,4 \cdot NSHGL + 92,02 \cdot OBG1$$

де (тут і в подальшому), OPS – загальний периферичний опір (Дин/с/см<sup>5</sup>).

Всі коефіцієнти моделі об'ємної швидкості руху крові у футболістів мають високу достовірність. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 89,7 % апроксимує допустимо залежну змінну.

$$OSD = 1255 - 52,94 \cdot PSG - 14,45 \cdot CRIS + 11,55 \cdot GL + 10,41 \cdot ATP - 24,13 \cdot NSHGL + 60,78 \cdot EPPL$$

де (тут і в подальшому), OSD – об'ємна швидкість руху крові (мл/с); GL – товщина шкірно-жирової складки під нижнім кутом лопатки (мм); ATP – висота пальцевої точки (см); EPPL – ширина дистального епіфіза плеча (см).

Коефіцієнти моделі потужності лівого шлуночка мають високу достовірність, за винятком висоти

акроміальної точки. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 86,3 % визначає дану залежну змінну.

$$MLG = 11,19 - 0,717 \cdot PSG + 0,31 \cdot GL + 0,235 \cdot ATP - 0,32 \cdot NSHGL + 0,339 \cdot OBK - 0,063 \cdot ATPL$$

де (тут і в подальшому), MLG – потужність лівого шлуночка (Вт).

Коефіцієнти моделі витрати енергії у футболістів мають високу достовірність, за винятком вільного члена, товщини шкірно-жирової складки на стегні. Коефіцієнт детермінації  $R^2$  на 72,70 % обумовлює дану змінну. Модель має вигляд наступного лінійного рівняння:

$$RE = 0,340 - 0,003 \cdot OBK + 0,004 \cdot CRIS + 0,01 \cdot OBPR2 - 0,006 \cdot SAGDUG - 0,006 \cdot OBG2 + 0,009 \cdot BSHGL$$

де, RE – показник витрати енергії (Вт/л); OBG2 – обхват гомілки у нижній частині (см).

Таким чином, у результаті покрокового регресійного аналізу нами побудовано 12 математичних моделей для визначення індивідуальних реографічних параметрів центральної гемодинаміки. До них входять 69 антропометричних показників та 2 фізіометричних (станова та кистьова динамометрія). У найбільшій мірі величину параметрів центральної гемодинаміки у футболістів детермінують діаметри тіла, їх частка серед інших конституціональних предикторів становить 24,6 %, вони входять до складу 92 % моделей, розроблених для визначення належних параметрів центральної гемодинаміки. У 10 моделях (83 %) представлена міжгребенева відстань та у 5 (41,7 %) – поперечний серединногрудний діаметр. Суттєво впливають на величину параметрів центральної гемодинаміки й обхватні розміри тіла і складають 23,2 % відносно інших антропометричних предикторів, вони зустрічаються в 92 % моделях, які побудовані для визначення індивідуальних гемодинамічних показників. Найчастіше зустрічаються обхвати талії та передпліччя у нижній третині. Саме

ці розміри представлені у кожній з моделей для визначення належних показників артеріального тиску у футболістів. Краніометричні розміри становлять 21,7 % від усіх антропометричних показників, які зустрічаються у моделях. Дані показники представлені в 11 (92 %) моделей належних параметрів центральної гемодинаміки. Серед них найчастіше до складу моделей входять сагітальна дуга голови (визначає варіабельність всіх показників артеріального тиску) та ширина обличчя. Висота антропометричних точок (акроміальної, пальцевої та вертлюгової) становлять 11,6 % від усіх антропометричних показників, які зустрічаються у моделях. Дані показники представлені в 7 (58,3 %) побудованих моделях.

### Висновки

1. Встановлено, що футболісти мають достовірно більші показники артеріального систолічного та середнього тиску, ударного об'єму, ударного індексу, об'ємної швидкості руху крові та потужності лівого шлуночка, ніж юнаки, які не займаються спортом.

2. У футболістів побудовані моделі для визначення належних показників центральної гемодинаміки з достатньо високою точністю опису ознак, що моделюються ( $R^2$  від 0,73 до 0,97). До моделей найчастіше входять діаметри тіла (24,6 %), зокрема міжгребенева відстань та поперечний серединногрудний діаметр, обхватні розміри тіла (23,2 %), зокрема талії та передпліччя у нижній третині та краніометричні розміри (21,7 %).

**Перспективи подальших досліджень.** Отримані результати дають можливість в подальших дослідженнях проводити аналіз та встановлювати належні реографічні параметри центральної гемодинаміки з врахуванням індивідуальних показників будови тіла у футболістів.

## Література

1. Borovikov V.P. STATISTICA – Statisticheskiy analiz i obrabotka dannykh v srede Windows / V.P. Borovikov, I.P. Borovikov. – Moskva: Informatsionno-izdatelskiy dom «Filin», 1998. – 608 s.
2. Bunak V.V. Antropometriya / V.V. Bunak. – M.: Uchmedgiz Narkomprosa RSFSR, 1941. – 368 s.
3. Gunas I.V. Ehokardiograficheskie pokazateli u sportmenov yunoshey raznykh somatotipov s raznymi trenirovochnymi zagruzkami / I.V. Gunas, I.S. Stefanenko, L.A. Sarafinyuk // Sovremennye aspekty fundamentalnoy i prikladnoy morfologii: sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnim uchastiem, posvyaschennoy 110-letiyu so dnya rozhdeniya akademika NAN Belarusi D.M. Goluba. – Minsk, BGMU. – 2011. – S. 86-89.
4. Zinovev V.A. Osobennosti pedagogicheskoy deyatel'nosti detskogo trenera-pedagoga po futbolu / V.A. Zinovev // Fizicheskaya kultura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka. – 2006. – № 2. – S. 37-41.
5. Kirichenko Yu.V. Elektrichna aktivnist sertsya oslb yunatskogo viku, yakі ne zaymayutsya sportom, i sportmeniv riznih somatotipiv : dis. ... kand. med. n. : 14.03.03 / Kirichenko Yurly Vasilovich. – Vinnitsya, 2014. – 281 s.
6. Kiryanova M.A. Reograficheskie pokazateli sportmenov tsiklicheskih vidov sporta / M.A. Kiryanova, I.N. Kalinina, L.G. Haritonova // Vestnik YuUrGu. – 2010. – Vyip. 24. – S. 125-128.
7. Kovalenko S.O. Tsentralna gemodinamika ta variabelnist sertsevogo ritmu v osib z riznim rivnem fizichnoy pratsezdachnosti / S.O. Kovalenko, O.V. Kalenichenko // Fiziologichnyi zhurnal. – 2006. – T. 52, № 2. – S. 92-93.
8. Koveshnikov V.G. Meditsinskaya antropologiya / V.G. Koveshnikov, B.A. Nikityuk. – Kiev: Zdorov'ya, 1992. – 200 s.
9. Kostka V. Sovremenniy futbol / V. Kostka. – M.: Fizkultura i sport, 2006. – 156 s.
10. Maevskiy O.E. Zakonomirnosti vikovih i konstitutsionalnih parametriv sertsya u zdorovih yunakiv i divchat Podilya: dis. doktora med. n.: spets. 14.03.01 «Normalna anatomiya» / Maevskiy Oleksandr Evgeniyovich. – Vinnitsya, 2012. – 654 s.
11. Maydanyuk E.V. Izmerenie udarnogo ob'yoma krovi u kvalifitsirovannykh sportmenov vo vremya fizicheskoy nagruzki vozrastayushey moschnosti / E.V. Maydanyuk, L.V. Kolodyazhnaya, I.V. Skladanivskaya // Fiziologichnyi zhurnal. – 2014. – T. 60, № 3 (dodatok). – S. 170-171.

12. Mihalyuk E.L. Osoblivosti vegetativnoy regulyatsiyi sertsevogo ritmu, tsentralnoy gemodinamiki i fizichnoy pratsezdatsnosti u biguniv na korotki distantsiyi / E.L. Mihalyuk // Zaporozhskiy meditsinskiy zhurnal. – 2014. – № 2 (83). – S. 64-68.
13. Orel V.R. Adaptivnyie effektyi vzaimodeystviya serdtsa i sudov u sportsmenov / V.R. Orel // Sportsmen v mezhdistsiplinarnom issledovanii. Monografiya / Pod red. M.P. Shestakova. – M.: TVT Divizion, 2009. – S. 210-258.
14. Patent na korisnu model 102503 Ukrayina, MPK51A61V 5/02. Sposib modelyuvannya nalezhnih parametriv tsentralnoy gemodinamiki u voleybolistok riznogo somatotipu v zalezhnosti vid osoblivostey budovi tila / Sarafinyuk L.A., Yakusheva Yu.I., Romanenko O.I., Lezhnova O.V.; zayavnik ta patentovlasnik VNMU Im. M.I. Pirogova. – № u 2015 08237; zayavl. 20.08.2015; opubl. 26.10.2015, Byul. № 20.
15. Ronkin M.A. Reografiya v klinicheskoy praktike / M.A. Ronkin, L.B. Ivanov. – Moskva: Nauchno-meditsinskaya firma MBN, 1997. – 250 s.
16. Sarafinyuk L.A. Zalezhnist parametriv tsentralnoy gemodinamiki vid antropo-somatotipologichnih osoblivostey u osib ektomorfnoy somatotipu yunatskogo viku / L.A. Sarafinyuk // Morfologiya. – 2012. – T. VI, № 3. – S. 67-71.
17. Yakusheva Yu.I. Pokazniki tsentralnoy gemodinamiki u voleybolistok z riznimi tipami staturi tila / Yu.I. Yakusheva // Visnik problem biologiyi i meditsini. – 2015. – Vip. 3, T. 2 (123). – S. 344-347.
18. Carter J.L. Somatotyping – development and applications / J.L. Carter, B.H. Heath. – Cambridge University Press. – 1990. – 504 p.
19. Preliminary study of cardiorespiratory deconditioning in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction / N. Olivier, R. Legrand, J. Rogez [et al.] // Ann. Readapt. Med. Phys. – 2006. – Vol. 49, № 8. – P. 589-594.

УДК: 612.13:796.071

### ПОКАЗНИКИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЇХ НАЛЕЖНИХ ВЕЛИЧИН У ФУТБОЛІСТІВ ЮНАЦЬКОГО ВІКУ

Сарафинюк Л. А., Лежньова О. В., Качан В. В.

**Резюме.** Визначали відмінності реографічних показників центральної гемодинаміки у футболістів високого рівня спортивної майстерності порівняно з юнаками, які не займаються спортом, та використовуючи покроковий регресійний аналіз провели моделювання належних індивідуальних величин гемодинамічних параметрів. Встановлено, що футболісти мають достовірно більші показники артеріального систолічного та середнього тиску, ударного об'єму, ударного індексу, об'ємної швидкості руху крові та потужності лівого шлуночка, ніж юнаки, які не займаються спортом. Для всіх показників центральної гемодинаміки побудовані математичні моделі з точністю опису ознак від 73 до 97 %, до який найчастіше входять поперечні, обхватні та краніометричні розміри.

**Ключові слова:** центральна гемодинаміка, реокардіографія, покрокова регресія, футболісти.

УДК: 612.13:796.071

### ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ ЇХ НАДЛЕЖАЩИХ ВЕЛИЧИН У ФУТБОЛІСТІВ ЮНОШЕСЬКОГО ВОЗРАСТА

Сарафинюк Л. А., Лежньова О. В., Качан В. В.

**Резюме.** Определяли отличия реографических показателей центральной гемодинамики между футболистами высокого уровня спортивного мастерства и юношами, не занимающимися спортом, а так же, используя пошаговый регрессионный анализ, провели моделирование надлежащих индивидуальных величин гемодинамических параметров. Установлено, что футболисты имеют достоверно большие показатели артериального систолического и среднего давления, ударного объема, ударного индекса, объемной скорости движения крови и мощности левого желудочка, чем юноши, которые не занимаются спортом. Для всех показателей центральной гемодинамики построены математические модели с точностью описания признаков от 73 до 97 %, к которым чаще всего входят поперечные, обхватные и краниометрические размеры.

**Ключевые слова:** центральная гемодинамика, реокардиография, пошаговая регрессия, футболисты.

UDC: 612.13:796.071

### INDICATORS OF CENTRAL HEMODYNAMICS AND PROGNOSIS OF THEIR VALUABLE QUANTITIES IN YOUTH FOOTBALLS

Sarafinyuk L. A., Lezhnova O. V., Kachan V. V.

**Abstract.** Morphofunctional features of the cardiovascular system determine the level of possible sports achievements in any form of sport, so the study of these parameters is actual and does not lose its practical value.

*The purpose of the work* was to establish the features of the rheographic indicators of central hemodynamics in footballers of a high level of athletic skill of adolescence and to model their proper values.

The study was attended by virtually healthy young men aged 17 to 21 years. The control group consisted of 73 young men who were not engaged in sports and at the time of the survey were practically healthy. The conclusion was made after a detailed clinical and laboratory study (ultrasound diagnostics of the heart, major vessels, thyroid gland, parenchymal organs of the abdominal cavity, kidneys, bladder, chest radiography, spirometry, tetrapolar rheocardiogram, dental examination, determination of basic biochemical parameters of blood; assessing the level of hormones of the thyroid gland). We also conducted a comprehensive survey of high-level sportsmanship players (from the first adult to masters of sports). All athletes had athletic experience of at least 3 years and at the time

of the survey were in the preparatory period of the training cycle. Diagnosis was performed at least one day after the training load. Athletes who had signs of overtraining and over-stressed did not participate in further research. After the survey, were selected 22 players, which did not have a health condition. The rheographic parameters were determined using a computer diagnostic complex, which provides simultaneous recording of the electrocardiogram, tetrapolar rheogram and measurement of blood pressure. Given the parameters of reocardiogram, the distance between the electrodes, height and mass and body surface area, systolic, diastolic and mean arterial pressure, heart rate, we used the formulas to calculate the parameters of central hemodynamics. We conducted an anthropometric study using the Bunak method, somatotypological – based on the estimated modification of the Heath-Carter method, and the determination of the component composition of the body weight for Mateyko. The statistical processing of the obtained results was carried out using the package “Statistica 5,5” (license number AXXR910A374605FA). The character of the distributions for each of the received variation series for Shapir-Wilk, the mean and standard deviation for each sign were determined. Since, in the vast majority of cases, the distribution of the characteristics studied was different from the normal one, we used nonparametric methods of statistical analysis, the probability of the difference between independent quantitative values was determined using U-criterion of Man-Whitney. For the development of proper indicators of central hemodynamics, depending on the peculiarities of the structure of the body, we used a method of stepwise regression analysis.

It has been established that individual hemodynamic indicators of football players have significantly higher values or a marked tendency to increase compared to non-sportspersons. Therefore, there is a need to address the question of how to interpret the results obtained, whether they are normal for athletes of this sport, or is an alternative to initial pathological abnormalities.

As a result of stepwise regression analysis, we constructed 12 mathematical models for the determination of individual rheographic parameters of central hemodynamics. They include 69 anthropometric and 2 physiometric indicators (static and carousal dynamometry).

### *Conclusions*

1. It has been established that football players have significantly higher arterial systolic and mean pressure, shock volume, shock index, volume velocity and left ventricular power than non-sports boys.

2. The players have constructed models for determining the proper parameters of the central hemodynamics with a sufficiently high accuracy of the description of the simulated characters ( $R^2$  from 0,73 to 0,97). The most commonly used models are body diameters (24,6 %), including intervertebral distance and transverse mid-diameter diameters, circumferential body dimensions (23,2 %), in particular waist and forearm in the lower third and craniometric dimensions (21,7 %).

**Keywords:** central hemodynamics, rheocardiogram, stepwise regression, football players.

*Рецензент – проф. Міщенко І. В.  
Стаття надійшла 03.06.2017 року*