

---

# Гематологічні показники у спортсменів та рівень фізичної працездатності

УДК: 796.077.2+ 796.015.6:612.11

**А. В. Ковельська, О. М. Лисенко, З. А. Горенко,  
Б. Є. Очеретько**

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

**Резюме.** *Мета.* Дослідити взаємозв'язки між основними показниками фізичної працездатності і гематологічними показниками у системі оцінки поточних змін функціонального стану організму спортсменів-аматорів. *Методи.* В умовах тесту з фізичним навантаженням із ступінчасто наростаючою потужністю оцінювали реакцію кардіореспіраторної системи на фізичні навантаження. Для класифікації клітин крові та визначення їх рівня, а також для визначення середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті (МСН) і середнього об'єму еритроцита (MCV) використовували імпедансний метод. Рівень гемоглобіну (HGB) у периферичній крові визначали колориметричним методом. *Результати.* Виявлено зв'язок між основними показниками фізичної працездатності та деякими гематологічними показниками, зокрема HGB і МСН. Показано, що зменшення MCV є критерієм підвищення адаптованості організму до фізичного навантаження, а рівень фізичної працездатності залежить від віку спортсмена-аматора. *Висновки.* Отримані дані дозволять визначити рівень тренуваності як спортсменів-початківців, так і осіб, які займаються оздоровчою фізичною культурою певний час, що, в свою чергу, дасть можливість формувати та корегувати режим фізичних навантажень різної енергетичної спрямованості з урахуванням потреб і можливостей організму спортсмена, а також спостерігати за динамікою змін функціональних показників організму.

**Ключові слова:** спортсмени-аматори, фізична працездатність, максимальне споживання кисню, гематологічні показники.

## Гематологические показатели у спортсменов и уровень физической работоспособности

**А. В. Ковельская, Е. Н. Лысенко, З. А. Горенко, Б. Е. Очеретько**

**Резюме.** *Цель.* Исследовать взаимосвязи между основными показателями физической работоспособности и гематологическими показателями в системе оценки текущих изменений функционального состояния организма спортсменов-любителей. *Методы.* В условиях теста с физической нагрузкой со ступенчато нарастающей мощностью оценивали реакцию кардиореспираторной системы на физические нагрузки. Для классификации клеток крови и определения их уровня, а также для определения среднего содержания гемоглобина в эритроците (МСН) и среднего объема эритроцита (MCV) использовали импедансный метод. Уровень гемоглобина (HGB) в периферической крови определяли колориметрическим методом. *Результаты.* Выявлена связь между основными показателями физической работоспособности и некоторыми гематологическими показателями, в частности HGB и МСН. Показано, что уменьшение MCV является критерием повышения адаптированности организма к физической нагрузке, а уровень физической работоспособности зависит от возраста спортсмена-любителя. *Выводы.* Полученные данные позволяют определить уровень тренированности как начинающих спортсменов, так и лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой некоторое время, что, в свою очередь, даст возможность формировать и корректировать режим физических нагрузок различной энергетической направленности с учетом потребностей и возможностей организма спортсмена, а также наблюдать за динамикой изменений функциональных показателей организма.

**Ключевые слова:** спортсмены-любители, физическая работоспособность, максимальное потребление кислорода, гематологические показатели.

## Hematologic indices in athletes and physical work capacity level

**A. V. Kovelska, O. M. Lysenko, Z. A. Horenko, B. I. Ocheretko**

**Abstract.** *Objective.* To study the relationship between the basic indices of physical work capacity and hematological indicators in the system for assessing the current changes in the functional

state of the body of amateur athletes. *Methods.* In the conditions of the test with stepwise increase of physical load, the cardiorespiratory system response to physical loads was evaluated. The impedance method was used to classify blood cells and determine their level, as well as to determine the mean hemoglobin content in erythrocyte (MCH) and mean erythrocyte volume (MCV). Hemoglobin level (HGB) in peripheral blood was determined by the colorimetric method. *Results.* The relationship between the main indices of physical work capacity and some hematological indicators, in particular HGB and MCH, has been revealed. It is shown that the decrease in MCV is a criterion for increasing the body's adaptability to physical load, whereas the level of physical work capacity depends on the age of the amateur athlete. *Conclusions.* Obtained data will make it possible to determine the level of fitness of both novice athletes and individuals engaged in recreational physical culture for a while, which in turn will enable to form and adjust the regime of physical loads of different energy orientation with account for the needs and capacities of the athlete's body, and trace the dynamics of changes of the body functional indices.

**Keywords:** amateur athletes, physical work capacity, maximal oxygen intake, hematological indices.

**Постановка проблеми.** Попри значні успіхи сучасної медицини, здоров'я населення світу неухильно погіршується. Зниження рухової активності, поява надлишкової маси тіла, наявність шкідливих звичок у поєднанні з іншими несприятливими факторами — такими, як якість і кількість харчування, інтенсивне забруднення навколишнього середовища, соціально-економічна нестабільність, зростання психоемоційної напруженості в сучасному суспільстві — обумовлює збільшення ризику виникнення захворювань серцево-судинної системи [13, 28, 34], порушень опорно-рухового апарату [33] та ін., що, в свою чергу, призводить до значних медико-соціальних втрат та економічних збитків.

Світовий досвід засвідчує, що оптимальна рухова активність упродовж усього життя людини є найефективнішим засобом профілактики захворювань і зміцнення здоров'я. Не випадково останніми роками Всесвітня організація охорони здоров'я закликає держави всього світу до розроблення національних планів з оптимізації фізичної активності населення [31]. Більше того, впровадження оптимальної рухової активності в спосіб життя громадян економічно розвинених країн свідчить про можливість істотно зменшувати державні витрати на систему охорони здоров'я, ліки та звернення населення за повторною медичною допомогою. Аналіз рівня охоплення населення масовим спортом у світі показує, що, на жаль, українці в декілька разів поступаються за цим показником провідним країнам. В Україні до регулярних занять фізичною культурою і спортом залучено лише 13 % населення, в той час як у розвинених європейських країнах цей показник дорівнює 21–50 % [12].

Виходячи із зазначеного, реалізація адекватної національної політики у сфері охорони здоров'я, спрямованої на зниження впливу чинників ризику виникнення захворювань і підвищення рівня свідомого ставлення громадян до свого

здоров'я, повинна стати пріоритетним напрямком державної політики в Україні для вирішення цієї проблеми [12, 24]. На це спрямована Національна доктрина розвитку фізичної культури і спорту — система концептуальних орієнтирів і поглядів на роль, організацію та функціонування сфери фізичної культури і спорту в Україні [18]. Крім того, Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 1 березня 2017 р. № 115 затверджено Державну цільову соціальну програму розвитку фізичної культури і спорту на період до 2020 року [10].

Слід зазначити, що в сучасному українському суспільстві поступово починає формуватися розуміння необхідності дотримання здорового способу життя і збереження власного здоров'я як найвищої соціальної цінності. Тобто виникає новий соціальний феномен, який проявляється значною економічною зацікавленістю населення у зміцненні здоров'я, що є основою матеріального благополуччя [24].

Вибір методики занять фізичними вправами оздоровчої спрямованості здебільшого обумовлений реальними обставинами, можливостями, вимогами, а також індивідуальними смаками. При цьому люди, які займаються оздоровчою фізичною культурою, не тільки намагаються поліпшити загальне самопочуття, а й прагнуть до підвищення працездатності (витривалості), збільшення рухової активності, стійкості до стресів тощо. Останнім часом все більше нетренованих осіб, які щойно почали займатися спортом або фізичною культурою (переважно у віці 20 років і старше), беруть участь у змаганнях з півмарафону, марафону або триатлону [9, 18].

Початок, відновлення після тривалої перерви або інтенсивні заняття у фітнес-клубі, попри їх безумовну користь, є стресом для непідготовленого до виконання напружених фізичних навантажень організму людини. Щоб тренування не стали для спортсменів-початківців і осіб, які займаються оздоровчою фізичною культурою, серйозним

випробуванням, завдання лікаря і тренера полягає в об'єктивній оцінці функціонального стану організму цієї категорії людей. Крім того, досягнення максимальних індивідуальних спортивних результатів і збереження здоров'я спортсменами-аматорами можливе на основі узгодженого функціонування органів і систем різного рівня. В основі досягнення спортивного результату і його зростання лежать адаптаційні процеси, що відбуваються в організмі. Тренувальна і змагальна діяльність є основою для їх вдосконалення [29].

Під час проведення комплексного медичного контролю спортсменів-аматорів велику увагу приділяють тестуванню загальної фізичної працездатності, тому що за її рівнем можна зробити висновок про функціональні можливості організму, виявити слабкі ланки адаптації до фізичних навантажень і фактори, що лімітують її. Фізична працездатність людини — це комплексне поняття, обумовлене рядом факторів, серед яких основне значення мають рівень фізичного розвитку, стан здоров'я, маса тіла, потужність, ємність і продуктивність енергетичних процесів, стан нервово-м'язового апарату, психічний стан, мотивація та ін. Фізична працездатність суттєво залежить від енергетичних можливостей (аеробних і анаеробних) організму людини та лімітується системою транспортування кисню. В цьому випадку фізична працездатність відповідає його аеробній працездатності (продуктивності) [7, 16, 21].

З точки зору фізіології спорту мірою аеробної потужності й інтегральним показником стану кисневотранспортної системи є величина максимального споживання кисню ( $\dot{V}O_{2max}$ ). Чим вища величина  $\dot{V}O_{2max}$ , тим більшою є абсолютна потужність максимального аеробного навантаження. Крім того, чим вищий рівень  $\dot{V}O_{2max}$ , тим відносно легшим і тому тривалішим є виконання аеробної роботи, тобто аеробна працездатність (витривалість) у спортсмена тим більша, чим вищий рівень  $\dot{V}O_{2max}$  [3, 14, 15].

У зв'язку з цим, рівень максимального споживання кисню є об'єктивним критерієм оцінки аеробних можливостей (резервів) організму і загальної фізичної працездатності людини, який широко використовується при вирішенні питань професійної придатності, оцінки тренуваності спортсменів, діагностики стану серцево-судинної та респіраторної систем [9, 17, 18].

Відомо, що в умовах фізичних навантажень різного характеру у крові відбуваються істотні зміни, що забезпечують як можливість виконання цих навантажень, так і саме існування організму, який зазнає впливу чинників, здатних значно порушити нормальний стан регуляції функцій [1].

Відповідно до сучасних уявлень система крові не тільки бере безпосередню участь в енергетичному забезпеченні напруженої м'язової діяльності, а й займає одне з провідних місць у комплексі фізіологічних систем, які формують неспецифічні адаптаційні реакції організму. Це обумовлено її здатністю швидко реагувати на різноманітні впливи змінами свого морфологічного складу за допомогою рефлексорних і гуморальних шляхів регуляції кровотворення, значних клітинних резервів, а також різноманітних функцій клітин крові [5, 8, 23].

На сьогодні основні уявлення про діагностичну значущість гематологічних параметрів у фізіології спортивної діяльності полягають у тому, що в цілому ці показники укладаються в діапазон норми для здорових осіб, а їх кількісні зрушення можуть бути пов'язані з низкою специфічних і неспецифічних факторів, включаючи професійні, а також з індивідуальною толерантністю різних гематологічних показників до певного виду м'язової діяльності [11, 20].

Вивчення впливу систематичного сучасного спортивного тренування на фізичну працездатність та на різні ланки системи крові в осіб, які займаються фізкультурно-оздоровчою діяльністю, нині є актуальним, особливо враховуючи те, що, з одного боку, спортсмени-аматори часом досягають такої інтенсивності в тренуваннях, як і кваліфіковані спортсмени, а з іншого — мають мало часу для освоєння своїх спортивних цілей, недостатньо відновлюються після тренувальних і змагальних навантажень, що може негативно позначатися на їх функціональному стані.

**Мета дослідження** — дослідити взаємозв'язки між основними показниками фізичної працездатності та їх зв'язок з гематологічними показниками у системі оцінки поточних змін функціонального стану організму спортсменів-аматорів.

**Зв'язок дослідження з науковими програмами, планами, темами.** Роботу виконано згідно з держбюджетною науково-дослідною темою «Технологія індивідуалізації тренувального процесу на основі фізіологічних критеріїв» (номер держреєстрації 0117U002388) Міністерства освіти і науки України.

**Методи дослідження.** У дослідженні взяла участь 79 фізично активних чоловіків — спортсменів-аматорів (середній вік 32,0 [29,0; 40,0] роки), які почали займатися триатлоном і стаєрським бігом по шосе у віці після 20 років. До тестування допускали осіб, які надали довідки про стан здоров'я та дозвіл на проходження тестів з навантаженням з медичних установ. Згідно з даними диспансерних обстежень усі

спортсмени-аматори були практично здоровими. Дослідження проводили після дня відпочинку при стандартизованому харчовому і питному режимах. Забір капілярної крові здійснювали до початку тестування. Всі особи були поінформовані про зміст тестів, процедури вимірів і дали свою згоду на проведення тестування та використання персональних даних у наукових дослідженнях. Комплексні біологічні обстеження спортсменів-аматорів здійснювали з дотриманням міжнародних принципів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації [30, 35], Загальної декларації з біоетики та прав людини ЮНЕСКО (2005) [6] та відповідно до Закону України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» [25] щодо етичних норм і правил проведення медико-біологічних досліджень з участю людини.

На експериментальній базі лабораторії «Теорія методики спортивної підготовки та резервних можливостей спортсменів» НДІ НУФВСУ вивчали прояви фізичної працездатності спортсменів і реакцію кардіореспіраторної системи, ступінь ацидемічних зрушень при виконанні граничних (максимальних) і стандартних фізичних навантажень, що дозволяє визначити аеробні можливості організму. Безперервні виміри газообміну і реакції кардіореспіраторної системи проводили в реальному масштабі часу (breath-by-breath) при виконанні фізичних навантажень оцінювали за допомогою ергоспірометричного комплексу «Oxicon Pro» (Німеччина). Визначали легеневу вентиляцію ( $\dot{V}_E$ ), частоту дихання ( $F_T$ ), дихальний об'єм ( $\dot{V}_T$ ), концентрацію  $\text{CO}_2$  і  $\text{O}_2$  у видихуваному ( $F_{E\text{O}_2}$ ,  $F_{E\text{CO}_2}$ ) і альвеолярному повітрі ( $F_{A\text{O}_2}$ ,  $F_{A\text{CO}_2}$ ), споживання  $\text{O}_2$  ( $\dot{V}\text{O}_2$ ), виділення  $\text{CO}_2$  ( $\dot{V}\text{CO}_2$ ), газообмінне співвідношення ( $\text{RQ} = \dot{V}\text{CO}_2 \cdot \dot{V}\text{O}_2^{-1}$ ), вентиляційні еквіваленти для  $\text{O}_2$  ( $\text{EQO}_2 = \dot{V}_E \cdot \dot{V}\text{O}_2^{-1}$ ) і для  $\text{CO}_2$  ( $\text{EQCO}_2 = \dot{V}_E \cdot \dot{V}\text{CO}_2^{-1}$ ), кисневий пульс (« $\text{O}_2$ -пульс» =  $\dot{V}\text{O}_2 \cdot \text{ЧСС}^{-1}$ ). Враховуючи, що виміри проводили у відкритій системі, показники зовнішнього дихання приведено до умов ВTPPS, а газообміну — до умов STPD. Реєстрацію частоти серцевих скорочень (ЧСС, уд · хв<sup>-1</sup>) здійснювали за допомогою «Sport Tester Polar» (Фінляндія).

Тестові навантаження виконували на тредмілі «LE 200 CE» (Німеччина). Початкова швидкість становила 8 км · год<sup>-1</sup> і кожні 2 хв швидкість збільшувалася на 0,5 км · год<sup>-1</sup> з одночасним збільшенням кута нахилу полотна доріжки на 0,2 %. Тест зі ступінчасто наростаючою потужністю виконували 14–26 хв до відмови (довільної відмови обстежуваного від продовження роботи) або до неможливості підтримання заданої швидкості руху в межах  $\pm 5$  %. Потужність аеробних механізмів енергозабезпечення фізичної роботи

характеризували за максимальною аеробною потужністю — максимальним рівнем споживання кисню ( $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$ , мл · хв<sup>-1</sup>;  $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}} \cdot \text{кг}^{-1}$ , мл · хв<sup>-1</sup> · кг<sup>-1</sup>), максимальним кисневим ефектом серцевих скорочень (кисневий пульс, або « $\text{O}_2$ -пульс») і потужністю критичного навантаження ( $W_{\text{кр}}$ , Вт;  $W_{\text{кр}} \cdot \text{кг}^{-1}$ , Вт · кг<sup>-1</sup>) [2].

Визначення рівня або кількісного та процентного вмісту гематологічних показників — гемоглобіну (HGB) еритроцитів (RBC), гематокриту (HCT), лейкоцитів (WBC), лімфоцитів (LYM# та LYM%), суміші моноцитів, еозинофілів, базофілів і незрілих клітин (MID# та MID%), гранулоцитів (GRA# та GRA%), тромбоцитів (PLT), тромбоцитокриту (PCT), а також для визначення середнього об'єму еритроцита (MCV), середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті (MCH), середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті (MCHC), ширини розподілу еритроцитів за об'ємом (середнє квадратичне відхилення) (RDW-SD), ширини розподілу еритроцитів за об'ємом (коефіцієнт варіації) (RDW-CV), середнього об'єму тромбоцитів (MPV), ширини розподілу тромбоцитів за об'ємом (PDW), коефіцієнта великих тромбоцитів (P-LCR) проводили з використанням автоматичного гематологічного аналізатора («MicroCC-20 Plus», США). Для класифікації клітин крові та визначення їх рівня або вмісту використовували імпедансний метод. Рівень HGB у периферичній крові визначали колориметричним методом.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили загальноприйнятими методами варіаційної статистики [27]. Для характеристики центральності закономірності та варіабельності ознак у групах обстежених осіб обчислювали медіану (Me) та міжквартильний інтервал (MKI) із наведенням значень нижнього, 25 % квартиля (LQ) та верхнього, 75 % квартиля (UQ), результат виражали у вигляді Me [LQ; UQ]. Кореляційний аналіз проводили з використанням коефіцієнта кореляції Спірмена ( $r_s$ ). Статистична значущість прийнята при  $p \leq 0,05$ . Для аналізу та інтерпретації даних використовували пакет прикладної програми Statistica 10.0.

**Результати та їх обговорення.** При аналізі гематологічних показників в отриманих зразках крові показано, що у спортсменів-аматорів у стані спокою всі середньостатистичні дані досліджуваних параметрів перебувають у межах коливання фізіологічної норми [22] і наближаються за показниками червоної крові, а також за вмістом лімфоцитів, до верхніх значень нормальних величин. Отримані результати наведено в таблиці 1.

ТАБЛИЦЯ 1 – Показники розгорнутої гемограми у стані спокою у спортсменів-аматорів, n = 79 (Me [LQ; UQ])

Гематологічний показник	Медіана, Me [LQ; UQ]
Гемоглобін (HGB), г · л <sup>-1</sup>	152,0 [144,0; 159,0]
Кількість еритроцитів (RBC), x 10 <sup>12</sup> · л <sup>-1</sup>	5,17 [4,88; 5,42]
Гематокрит (HCT), %	46,1 [43,5; 48,2]
Кількість лейкоцитів (WBC), x 10 <sup>9</sup> · л <sup>-1</sup>	5,35 [4,85; 6,31]
Вміст лімфоцитів (LYM#), x 10 <sup>9</sup> · л <sup>-1</sup>	2,19 [1,94; 2,67]
Процентний вміст лімфоцитів (LYM%), %	42,0 [(37,6; 45,9)]
Вміст суміші моноцитів, еозинофілів, базофілів і незрілих клітин (MID#), x 10 <sup>9</sup> · л <sup>-1</sup>	0,41 [0,32; 0,49]
Процентний вміст суміші моноцитів, еозинофілів, базофілів і незрілих клітин (MID%), %	7,5 [5,8; 8,7]
Кількість гранулоцитів (GRA#), x 10 <sup>9</sup> · л <sup>-1</sup>	2,7 [2,41; 3,18]
Процентний вміст гранулоцитів (GRA%), %	50,6 [46,2; 56,3]
Середній об'єм еритроцита (MCV), фл	89,8 [85,9; 92,1]
Середній вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH), пг	29,1 [27,9; 30,3]
Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті (MCHC), г · л <sup>-1</sup>	320,0 [309,0; 342,0]
Ширина розподілу еритроцитів за об'ємом (середнє квадратичне відхилення) (RDW-SD), фл	44,5 [43,6; 54,1]
Ширина розподілу еритроцитів за об'ємом (коефіцієнт варіації) (RDW-CV), %	12,2 [12,0; 12,5]
Кількість тромбоцитів (PLT), x 10 <sup>9</sup> · л <sup>-1</sup>	240,5 [215,0; 267,0]
Середній об'єм тромбоцитів (MPV), фл	9,1 [8,6; 9,3]
Ширина розподілу тромбоцитів за об'ємом (PDW), %	15,8 [15,3; 16,1]
Тромбоцитокрит (PCT), %	0,22 [0,2; 0,24]
Коефіцієнт великих тромбоцитів (P-LCR), %	27,2 [23,8; 29,1]

Під час оцінки впливу стажу тренувань на показники периферичної крові було отримано статистично достовірні кореляції між цим показником і MCV ( $r = -0,27$ ,  $p < 0,05$ ). Крім того, спостерігалася тенденція до зниження рівнів HGB і HCT при збільшенні стажу тренувань, але ця різниця була недостовірною ( $p > 0,05$ ). Відомо [14], що киснево-транспортні можливості організму залежать від об'єму крові і вмісту в ній гемоглобіну. Ймовірно, ці відмінності обумовлені наявністю одного з можливих шляхів адаптації системи крові до тренувальних навантажень, який передбачає збільшення об'єму циркулюючої крові переважно за рахунок її плазмового компонента. На фоні плазмової гіперплазії значення показників червоної крові або не змінюються, або виявляють тенденцію до зменшення [23]. Зниження гематокриту, можливо, є сприятливим для фізичної працездатності через вплив на циркуляцію, який полягає у зниженні периферичного опору потоку крові, збільшенні об'єму крові. Зменшення MCV є показником підвищення адаптованості організму до фізичного навантаження,

оскільки середній об'єм еритроцитів перебуває у зворотній залежності від постачання тканин киснем [4].

У таблиці 2 показано, що  $\dot{V}O_{2max}$  спортсменів-аматорів становив 3,82 [3,61; 4,10] л · хв<sup>-1</sup> та 47,3 [43,0; 50,8] мл · хв<sup>-1</sup> · кг<sup>-1</sup>, що відповідає значенням  $\dot{V}O_{2max}$ , запропонованим ВООЗ як одного з критеріїв рівня здоров'я – 3,5 л · хв<sup>-1</sup>, або в перерахунку на 1 кг маси тіла – 45 мл · хв<sup>-1</sup> · кг<sup>-1</sup> [9]. При цьому інші показники фізичної працездатності були такими: абсолютна потужність ( $W_{кр}$ ) – 282,5 [269,0; 328,0] Вт, відносна потужність ( $W_{кр} \cdot кг^{-1}$ ) – 3,63 [3,3; 3,89] Вт · кг<sup>-1</sup>, максимальна частота серцевих скорочень ( $ЧСС_{max}$ ) – 181,5 [176,0; 186,0] уд. · хв<sup>-1</sup>, максимальний кисневий ефект серцевих скорочень, або кисневий пульс («O<sub>2</sub>-пульс» =  $\dot{V}O_{2max} \cdot ЧСС^{-1}$ ) – 21,25 [19,5; 22,5] мл · уд<sup>-1</sup>. Отримані дані свідчать про загалом достатній рівень аеробних можливостей, загальної працездатності, ефективності серцевого циклу та здатності скелетних м'язів засвоювати кисень у спортсменів-аматорів.

При дослідженні кореляційних зв'язків між основними показниками фізичної працездатності у спортсменів-аматорів було отримано статистично достовірні коефіцієнти кореляції між  $\dot{V}O_{2max}$  та  $W_{кр}$  ( $r = 0,45$ ;  $p < 0,05$ ),  $\dot{V}O_{2max} \cdot кг^{-1}$  та  $W_{кр} \cdot кг^{-1}$  ( $r = 0,48$ ;  $p < 0,05$ ); між  $\dot{V}O_{2max}$  та «O<sub>2</sub>-пульс» ( $r = 0,95$ ;  $p < 0,05$ ),  $\dot{V}O_{2max} \cdot кг^{-1}$  та «O<sub>2</sub>-пульс» ( $r = 0,42$ ;  $p < 0,05$ ); між  $W_{кр}$  та «O<sub>2</sub>-пульс» ( $r = 0,49$ ;  $p < 0,05$ ). Слід зазначити, що спостерігалася тенденція до взаємозв'язку  $W_{кр} \cdot кг^{-1}$  та «O<sub>2</sub>-пульс», але ця різниця була недостовірною ( $p > 0,05$ ). Виявлені взаємозв'язки підтверджують основне положення у фізіології спорту, що під час виконання фізичних навантажень переважно аеробного характеру швидкість споживання кисню ( $\dot{V}O_2$ ) тим вища, чим більша потужність виконуваного навантаження (швидкість переміщення). Тому при тривалому тренуванні, що вимагає прояву загальної витривалості, спортсмени-аматори повинні мати більший рівень аеробних можливостей: 1) високу максимальну швидкість споживання кисню, тобто велику аеробну потужність; 2) здатність тривалий час підтримувати високу швидкість споживання кисню (велику аеробну ємність) [14]. Крім того, у спортсменів-аматорів, як і у всіх здорових людей, зовнішнє дихання не лімітує швидкість споживання кисню, киснево-транспортні можливості визначаються переважно циркуляторними можливостями, і насамперед здатністю серця прокачувати більшу кількість крові по судинах і тим самим забезпечувати високу об'ємну швидкість кровотоку через легені, де кисень утилізується з

ТАБЛИЦЯ 2 – Функціональні показники спортсменів-аматорів в умовах навантаження зі ступінчасто наростаючим збільшенням потужності роботи до моменту вольової втоми, n = 79 (M ± SD; Me [LQ; UQ])

Показник	Середнє значення (M ± SD)	Медіана (Me [LQ; UQ])
Потужність критичного навантаження ( $W_{кр}$ ), Вт	297,04 ± 48,83	282,5 [269,0; 328,0]
Потужність критичного навантаження ( $W_{кр} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), Вт · кг <sup>-1</sup>	3,69 ± 0,56	3,63 [3,3; 3,89]
Максимальний рівень споживання кисню ( $\dot{V}O_{2max}$ ), мл · хв <sup>-1</sup>	3824,64 ± 469,53	3823,64 [3609,0; 4073,0]
Максимальний рівень споживання кисню ( $\dot{V}O_{2max} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), мл · хв <sup>-1</sup> · кг <sup>-1</sup>	47,61 ± 6,53	47,3 [43,0; 50,8]
Максимальна частота серцевих скорочень ( $ЧСС_{max}$ ), уд. · хв <sup>-1</sup>	181,48 ± 8,19	181,5 [176,0; 186,0]
Максимальний кисневий ефект серцевих скорочень (« $O_2$ -пульс» <sub>max</sub> ), мл · уд <sup>-1</sup>	21,13 ± 2,9	21,25 [19,5; 22,5]

альвеолярного повітря, і через працюючі м'язи, які отримують кисень із крові.

Відомо, що величина максимального споживання кисню залежить від генетичних чинників і визначається не тільки статтю й статурою, а й віком людини та стажем спортивної підготовки [14]. Зниження  $\dot{V}O_{2max}$  у чоловіків починається з 25–30-річного віку і в 65 років зменшується приблизно на одну третину, тобто, чим вищим є значення  $\dot{V}O_{2max}$ , тим меншим є вік спортсмена, що підтверджують отримані нами кореляційні зв'язки між даними показниками у спортсменів-аматорів: показано статистично достовірні кореляції між віком аматорів та  $\dot{V}O_{2max} \cdot \text{кг}^{-1}$  ( $r = -0,28$ ,  $p < 0,05$ ). К. McMillan та співавт. [32] вважають це явище проявом так званої економізації роботи, що пов'язано з більшою зрілістю регулюючої функції нервової системи. Однак на думку інших дослідників [26], важливішу роль можуть відігравати інші чинники. З віком швидкими темпами наростає маса тканин, які не беруть активної участі в аеробному метаболізмі тіла, в тому числі відсоток жиру. В організмі молодих людей, які активно розвиваються, навпаки, вищою є питома вага клітин, що активно функціонують і споживають кисень, тому значення  $\dot{V}O_{2max}$  у молодих чоловіків вище, ніж у чоловіків зрілого віку. Крім того встановлено статистично достовірні кореляції між віком спортсменів-аматорів та  $ЧСС_{max}$  ( $r = -0,33$ ;  $p < 0,05$ ), « $O_2$ -пульс» ( $r = -0,38$ ;  $p < 0,05$ ). Це пов'язано із закономірним зниженням хронотропності міокарда з віком. Ймовірно, великий кисневий борг у цьому випадку ком-

пенсується за рахунок більшої чутливості міокарда та його здатності генерувати більш високий ударний і відповідно мінімальний об'єм [26].

При аналізі взаємозв'язків між основними показниками фізичної працездатності та гематологічними показниками спортсменів-аматорів було показано кореляційний зв'язок між  $\dot{V}O_{2max}$  мл · хв<sup>-1</sup> та HGB ( $r = 0,32$ ;  $p < 0,05$ ), MCH ( $r = 0,37$ ;  $p < 0,05$ ). Важливими чинниками для максимальної аеробної потужності і фізичної працездатності є об'єм крові і маса еритроцитів. Регулярне фізичне тренування збільшує об'єм крові за рахунок еритроцитарної маси паралельно з наростаючою максимальною аеробною потужністю і фізичною працездатністю. Чим вищий об'єм циркулюючої крові, тим більшою є швидкість кровотоку і більший час перебування еритроцитів у мікроциркуляторному руслі, меншим є дефіцит кровопостачання внутрішніх органів і працюючих м'язів, що в підсумку призводить до збільшення буферної ємності крові і в цілому сприяє зменшенню зсуву рН крові під час навантаження [5]. Стабільно високі концентрації гемоглобіну в крові правомірно пов'язувати зі справжнім збільшенням об'єму циркулюючої плазми і подальшим наростанням гемоглобінізації еритроцитів, що складає послідовний ланцюг адаптаційних порушень, які розвиваються під впливом навантажень аеробної спрямованості [11, 19, 20].

Таким чином, на сьогодні існує досить чітке уявлення про фізіологічні процеси в організмі людини, що обумовлюють її фізичну працездатність, та наявний комплекс показників, які її об'єктивно характеризують. Отримані нами прямі кореляції між основними показниками фізичної працездатності, їх взаємозв'язок з віком і стажем спортивної підготовки спортсменів-аматорів, а також із деякими гематологічними показниками спортсменів-аматорів, з одного боку, співпадають із виявленими раніше закономірностями у дослідженнях інших авторів щодо відмінностей реакції кардіореспіраторної системи осіб, які мають різні стаж спортивного тренування та рівень адаптації до фізичних навантажень; з іншого, вказують не тільки на необхідність тестування рівня фізичної працездатності як спортсменів-початківців, так і осіб, які займаються оздоровчою фізичною культурою певний час, а і на застосування особливого методичного підходу до оцінки картини крові, який (на відміну від клінічного, що базується на поняттях «норма» і «патологія») дає можливість виявити всередині діапазону норми різні функціональні стани організму, що дозволить забезпечити індивідуальний підхід до формування режиму фізичних навантажень

різної енергетичної спрямованості з урахуванням потреб і можливостей організму, а також

спостерігати за динамікою функціональних показників, зокрема, у спортсменів-аматорів.

## Література

1. Абрамов В. В. Фізична реабілітація, спортивна медицина: підручник для студ. вищих мед. навч. закл. / В. В. Абрамов [та ін.]; за ред. професора В. В. Абрамова та доцента О. Л. Смирнової. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2014. – 456 с.
2. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – 2-е изд. – М.: Медицина, 1990. – 192 с.
3. Биктимирова А. А. Применение кардиореспираторного нагрузочного тестирования в спортивной медицине / А. А. Биктимирова, Н. В. Рылова, А. С. Самойлов // *Практ. медицина*. – 2014. – № 3. – С. 50–53.
4. Викулов А. Д. Основы изменений реологических свойств крови у человека и животных при долговременной адаптации к мышечным нагрузкам: автореф. дис. докт. биол. наук / А. Д. Викулов. – М., 1997. – 35 с.
5. Викулов А. Д. Реологические свойства крови у спортсменов / А. Д. Викулов, А. А. Мельников, И. А. Осетров // *Физиология человека*. – 2001. – Т. 27, № 5. – С. 124–132.
6. Всеобщая декларация о биоэтике и права человека: Постановление 18-го пленарного заседания генеральной конференции ЮНЕСКО от 19.10.2005 г. – Режим доступа : [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/bioethics\\_and\\_hr.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/bioethics_and_hr.shtml).
7. Гридин Л. А. Методологические основы исследования физической работоспособности человека / Л. А. Гридин, А. В. Богомолов, Ю. А. Кукушкин // *Акт. пробл. физ. и спец. подготовки силовых структур*. – 2011. – № 1. – С. 10–19.
8. Грищенко Н. А. Новые подходы к оценке картины крови у спортсменов / Н. А. Грищенко // *Спорт: медицина и здоровье*. – 2001. – № 2. – С. 46–51.
9. Горенко З. Взаємозв'язок показників фізичної працездатності та компонентного складу тіла у спортсменів-аматорів / З. Горенко, Б. Очеретко, А. Ковельська // *Слобожан. наук.-спорт. вісн.* – 2017. – № 4(60). – С. 22–27.
10. *Державна цільова соціальна програма розвитку фізичної культури і спорту на період до 2020 року*: Постанова Кабінету Міністрів України від 1 березня 2017 р. № 115. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/115-2017-p>.
11. Калинин А. Н. Особенности морфологического и белкового состава крови у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в гребле на байдарках и каноэ: дис. канд. биол. наук / А. Н. Калинин. – Краснодар, 2008. – 115 с.
12. Кононович В. Г. Развитие физической культуры и спорта в Украине как один из приоритетов государственного управления / В. Г. Кононович // *Теория та практика держ. управління*. – 2013. – Вип. 2. – С. 127–131.
13. Корнацький В. М. Серцево-судинні захворювання і шкідливі екологічні чинники / В. М. Корнацький, О. В. Сілантьєва // *Укр. кардіол. журн.* – 2013. – № 3. – С. 109–116.
14. Коц Я. М. Спортивная физиология: учебник для институтов физ. культуры / Я. М. Коц. – М.: Физкультура и спорт, 1998. – 240 с.
15. *Новый подход к выделению физиологических этапов механизма энергообеспечения во время возрастающей физической нагрузки у здоровых лиц и спортсменов* / Т. А. Лелявина, Е. С. Семенова, И. В. Гига и др. // *Учен. зап. ун-та им. П.Ф. Лесгафта*. – 2012. – № 4 (86). – С. 77–86.
16. Лисенко О. М. Відмінності максимальних аеробних можливостей спортсменів, зумовлені спрямованістю процесу довгострокової адаптації / О. М. Лисенко // *Фізіол. журн.* – 2001. – Т. 47, № 3. – С. 80–89.
17. Лысенко Е. Н. Проявление устойчивости реакций кардиореспираторной системы у квалифицированных спортсменов в условиях достижения максимального уровня потребления O<sub>2</sub> / Е. Н. Лысенко // *Спорт. медицина*. – 2008. – № 1. – С. 42–47.

## References

1. Abramov, V.V. (2014). *Fizichna reabilitaciya, sportivna medicina [Physical rehabilitation, sports medicine]*. V.V. Abramov, O.L. Smyrnova (Eds.). Dnipropetrovsk: ZHurfond [in Ukrainian].
2. Aulik, I.V. (1990). *Opređenje fizicheskoj rabotosposobnosti v klinike i sporte [Determination of physical workability in clinic and sports]*. Moscow: Meditsina [in Russian].
3. Biktimirova, A.A., Rylova, N.V., & Samoylov, A.S. (2014). *Primenenie kardiorespiratornogo nagruzochnogo testirovaniya v sportivnoy meditsine [Application of cardiorespiratory exercise testing in sports medicine]*. *Prakticheskaya meditsina – Practical medicine*, 3, 50-53 [in Russian].
4. Vikulov, A.D. (1997). *Osnovy izmeneniy reologicheskikh svoystv krovi u cheloveka i zhivotnykh pri dolgovremennoy adaptatsii k myshechnym nagruzkam [Fundamentals of changes in rheological properties of blood in humans and animals with long-term adaptation to muscle loads]*. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Moscow [in Russian].
5. Vikulov, A.D., Mel'nikov, A.A., & Osetrov, I.A. (2001). *Reologicheskie svoystva krovi u sportsmenov [Rheological properties of blood in athletes]*. *Fiziologiya cheloveka – Human physiology*, Vol. 27, 5, 124-132 [in Russian].
6. *Vseobshhaya deklaraciya o bioetike i prava cheloveka [Universal Declaration on Bioethics and Human Rights]*. *Postanovlenie 18-go plenarnogo zasedaniya generalnoj konferencii YUNESKO ot 19.10.2005 g. – Decision of the 18th plenary meeting of the UNESCO General Conference of 19.10.2005*. Retrieved from [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/bioethics\\_and\\_hr.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/bioethics_and_hr.shtml).
7. Gridin, L.A., Bogomolov, A.V., & Kukushkin, Yu.A. (2011). *Metodologicheskie osnovy issledovaniya fizicheskoj rabotosposobnosti cheloveka [Methodological bases of physical working capacity investigation]*. *Aktual'nyye problemy fizicheskoy i spetsial'noy podgotovki silovykh struktur – Actual problems of physical and special training of power structures*, 1, 10-19 [in Russian].
8. Grishchenko, N.A. (2001). *Novyye podhody k otsenke kartiny krovi u sportsmenov [New approaches to assessing the blood picture of athletes]*. *Sport: meditsina i zdorov'ye – Sport: medicine and health*, 2, 46-51 [in Russian].
9. Gorenko, Z., Ocheretko, B., & Kovelska, A. (2017). *Vzaimozv'yazok pokaznykh fizichnoy pratsezdatsnosti ta komponentnogo skladu tila u sportsmeniv-amatoriv [Interconnection of indicators of physical performance and component body composition with athletes-lovers]*. *Slobozhanskiy naukovosportivniy visnik – Slobozhansky scientific and sports newsletter*, 4(60), 22-27 [in Ukrainian].
10. *Derzhavna cilova socialna programa rozvitku fizichnoi kultury i sportu na period do 2020 roku [State Target Social Program for the Development of Physical Culture and Sports for the period up to 2020]*. *Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 1 bereznya 2017 r. N 115 – Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated March 1, 2017 No. 115*. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/115-2017-p>. [in Ukrainian].
11. Kalinin, A.N. (2008). *Osobennosti morfologicheskogo i belkovogo sostava krovi u vysokokvalifitsirovannykh sportsmenov, spetsializirujushchisya v greble na bajdarkah i kano'e [Features of morphological and protein composition of blood in highly skilled athletes who specialize in canoeing and kayaking]*. *Candidate's thesis*. Krasnodar [in Russian].
12. Kononovich, V.G. (2013). *Rozvytok fizychnoy kul'tury i sportu v Ukraini yak odn z priorytetiv derzhavnoho upravlinnya [Development of physical culture and sports in Ukraine as one of the priorities of public administration]*. *Teoriya ta praktyka derzhavnoho upravlinnya – Theory and practice of public administration*, Iss. 2, 127-131 [in Ukrainian].
13. Kornackij, V.M., & Silanteva, O.V. (2013). *Sertsevo-sudynni zakhvoryuvannya i shkidlyvi ekolohichni chynnyky [Cardiovascular diseases and harmful ecological factors]*. *Ukrayins'kyi kardiologichnyy zhurnal – Ukrainian Cardiology Magazine*, 3, 22-27 [in Ukrainian].

18. Лисенко О. М. Критерії оцінки функціонального потенціалу спортсменів з різним стажем спортивної підготовки / О. М. Лисенко, З. А. Горенко, А. В. Ковельська та ін. // Вісн. Черкаського ун-ту. – 2017. – № 1. – С. 56–65.
19. Макарова Г. А. Картина крови и функциональное состояние организма спортсменов / Г. А. Макарова, С. А. Локтев. – Краснодар: КГИФК, 1990. – 126 с.
20. Мельников А. А. Возрастной состав эритроцитов и реологические свойства крови у спортсменов / А. А. Мельников, А. Д. Викулов // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 2. – С. 83–87.
21. Мищенко В. С. Функциональная подготовленность квалифицированных спортсменов: подходы к повышению специализированности оценки и направленному совершенствованию / В. С. Мищенко, А. И. Павлик, С. И. Савчин и др. // Наука в олимп. спорте. Спец. вып. – 1999. – С. 61–69.
22. Назаренко Г. И. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований / Г. И. Назаренко, А. А. Кишкун. – М.: Медицина, 2000. – 540 с.
23. Нехвядович А. И. Дифференцированный подход к оценке изменения картины крови в процессе адаптации к тренировочным нагрузкам спортсменов по гимнастике спортивной / А. И. Нехвядович, А. Н. Будко, Е. Э. Петрова, А. А. Пасюкевич // Прикладная спорт. наука. – 2016. – № 1(3). – С. 63–71.
24. Нікітенко С. В. Ефективність державного управління фізичною культурою та спортом в Україні / С. В. Нікітенко // Акт. пробл. держ. управління. – 2016. – № 1. – С. 49–54.
25. Основи законодавства України про охорону здоров'я: Закон України від 19.11.92 № 2802-XII. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2801-12/page>.
26. Паелов В. И. Физиологические закономерности в трактовке данных углубленного медицинского обследования спортсмена (на примере футбола): дис. докт. мед. наук / В. И. Павлов. – М., 2010. – 255 с.
27. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных / О. Ю. Реброва – М.: Информполиграф, 2002. – 305 с.
28. Саханда І. В. Фактори ризику виникнення, структура і динаміка розвитку серцево-судинної захворюваності населення України / І. В. Саханда, Т. С. Негода, М. Л. Сятиня // Ліки України плюс. – 2015. – № 4 (25). – С. 116–118.
29. Таминова И. Ф. Оценка аэробного энергообразования и уровня физической работоспособности по результатам велоэргометрии у высококвалифицированных спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса / И. Ф. Таминова, Н. П. Гарганеева, И. Н. Ворожцова // Сибир. мед. журн. – 2008. – № 2. – С. 65–69.
30. Етичні принципи проведення медичинських досліджень з участю людини в якості суб'єкта: хельсінкська декларація Всесвітньої медичинської асоціації // Клинич. інформатика і Телемедицина. Нормат.-прав. база. – 2014. – Т. 10, вып. 11. – С. 119–122. – Режим доступу : [http://uacm.kharkov.ua/download/2014\\_11/22.pdf](http://uacm.kharkov.ua/download/2014_11/22.pdf).
31. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva: World Health Organization. – 2010. – Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK305057/>
32. McMillan K. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players / K. McMillan, J. Helgerud, R. Macdonald, J. Hoff Br // J. Sports Med. – 2005. – N 39. – P. 273–277.
33. Osteoarthritis in the XXIst century: risk factor sand behaviours that in fluence disease onset and progression / G. Musumeci, F. C. Aiello, M. A. Szychlinska et al. //Int. J. Mol. Sci. – 2015. – N 16. – P. 6093–6112.
34. Stewart J. Primary prevention of cardiovascular disease: A review of contemporary gui dance and literature / J. Stewart, G. Manmathan, P. Wilkinson // JRSM Cardiovasc. Dis. – 2017. – N 6. – P. 1–9.
35. World medical association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research in volving human subjects. – JAMA, 2013. – 310(20). – P. 2191–2194.
14. Kots, Y.M. (1998). *Sportivnaja fiziologija [Sports physiology]*. Moscow: Fizkul'tura i sport [in Russian].
15. Lelyavina, T.A., Semenova, E.S., Gizha, I.V. et al. (2012). Novyy podkhod k vydeleniyu fiziologicheskikh etapov mekhanizma energoobespecheniya vo vremya vozrastayushchey fizicheskoj nagruzki u zdorovykh lits i sportsmenov [A new approach to isolating the physiological stages of the energy supply mechanism during the increasing physical exertion of healthy individuals and athletes]. *Uchenyye zapiski universitetata imeni P.F. Lesgafita – Scientific notes of the University named after P.F. Lesgaft*, 4 (86), 77-86 [in Russian].
16. Lysenko, O.M. (2001). Vidminnosti maksimal'nykh aerobnykh mozhlyvostey sportsmeniv, zumovleni spryamovanistyu protsesu dovhstrokovoyi adaptatsiyi [Differences in maximum aerobic capacity of athletes due to the orientation of the process of long-term adaptation]. *Fiziolichnyy zhurnal – Physiological journal*, Vol. 47, 3, 80-89 [in Ukrainian].
17. Lysenko, E.N. (2008). Proyavleniye ustoychivosti reaktsiy kardiorespiratornoy sistemy u kvalifitsirovannykh sportsmenov v usloviyakh dostizheniya maksimal'nogo urovnya potrebleniya O2 [The manifestation of the stability of cardiorespiratory system reactions in qualified athletes in conditions of reaching the maximum level of O<sub>2</sub> consumption]. *Sportivnaya meditsina – Sports medicine*, 1, 42-47 [in Russian].
18. Lysenko, O.M., Gorenko, Z.A., Kovelska, A.V., et al. (2017). Kryteriyi otsinky funktsional'nogo potentsialu sportsmeniv z riznym stazhem sportyvnoyi pidhotovky [Criteria for the evaluation of the functional potential of athletes with a lengthy period of sports training]. *Visnyk Cherkas'kogo universitetu – Herald of Cherkasy University*, 1, 56-65 [in Ukrainian].
19. Makarova, G.A., & Loktev, S.A. (1990). *Kartina krovi i funktsionalnoye sostoyaniye organizma sportsmenov [The picture of blood and the functional state of the body of athletes]*. Krasnodar: KGIFK [in Russian].
20. Melnikov, A.A., & Vikulov, A.D. (2002). Vozrastnoy sostav eritrotsitov i reologicheskiye svoystva krovi u sportsmenov [Age composition of red blood cells and rheological properties of blood in athletes]. *Fiziologiya cheloveka – Human physiology*, Vol. 28, 2, 83-87 [in Russian].
21. Mishchenko, V.S., Pavlik, A.I., Savchin, S.I. et al. (1999). Funktsional'naya podgotovlennost' kvalifitsirovannykh sportsmenov: podkhody k povysheniyu spetsializirovannosti otsenki i napravlennomu sovershenstvovaniyu [Functional preparedness of qualified athletes: approaches to increasing the specialization of evaluation and directed improvement]. *Nauka v olimpiyskom sporte. Spetsial'nyy vypusk – Science in the Olympic sport. Special issue*, 61-69 [in Ukrainian].
22. Nazarenko, G.I. (2000). *Klinicheskaya otsenka rezul'tatov laboratornykh issledovaniy [Clinical evaluation of laboratory results]*. Moscow: Meditsina [in Russian].
23. Nekhvyadovich, A.I., Budko, A.N., Petrova, Ye.E., & Pasyukevich, A.A. (2016). Differentsirovanny podkhod k otsenke izmeneniya kartiny krovi v protsesse adaptatsii k trenirovochnym nagruzkam sportsmenok po gimnastike sportyvnoy [A differentiated approach to assessing the change in the pattern of blood in the process of adaptation to athletic training exercises in sports gymnastics]. *Prikladnaya sportivnaya nauka – Applied sports science*, 1(3), 63-71 [in Russian].
24. Nikitenko, S.V. (2016). Efektyvnist' derzhavnoho upravlinnya fizychnoyu kul'turoyu ta sportom v Ukraini [Efficiency of public administration of physical culture and sports in Ukraine]. *Aktual'ni problemy derzhavnoho upravlinnya – Actual Problems of Public Administration*, 1, 49-54 [in Ukrainian].
25. *Osnovy zakonodavstva Ukrayiny pro okhoronu zdorov'ya: Zakon Ukrayiny vid 19.11.92 № 2802-XII [Fundamentals of Ukrainian Health Care Legislation: Law of Ukraine of 19.11.92 No. 2802-XII]*. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2801-12/page>. [in Ukrainian].
26. Pavlov, V.I. (2010). Fiziologicheskiye zakonomernosti v traktovke dannykh uglublennogo meditsinskogo obsledovaniya sportsmena (na primere futbola) [Physiological patterns in the interpretation of the data of an in-depth medical examination of an athlete (on the example of football)]. *Doctor's thesis*. Moscow [in Russian].
27. Rebrova, O.Yu. (2002). *Statisticheskij analiz meditsinskikh dannykh [Statistical analysis of medical data]*. Moscow: Informpoligraf [in Russian].
28. Sakhanda, I.V., Nehoda, T.S., & Syatynya, M.L. (2015). Faktory ryzyku vynykennya, struktura i dynamika rozvytku sertsevo-sudynnoyi zakhvo-



---

ryuvanosti naselennya Ukrayiny [Risk factors of origin, structure and dynamics of development of cardiovascular morbidity of the population of Ukraine]. *Liky Ukrayiny plyus – Medicines of Ukraine plus*, 4(25), 116-118 [in Ukrainian].

29. Taminova, I.F., Garganeyeva, N.P., & Vorozhtsova, I.N. (2008). Ot-senka aerobnogo energoobrazovaniya i urovnya fizicheskoy rabotosposob-nosti po rezul'tatam veloergometrii u vysokokvalifitsirovannykh sportsmenov s raznoy napravlennoy trenirovochnogo protsessu [Estimation of aerobic energy formation and the level of physical working capacity according to the results of veloergometry in highly skilled athletes with a different orientation of the training process]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal – Siberian Medical Journal*, 2, 65-69 [in Russian].

30. Eticheskiye printsipy provedeniya meditsinskikh issledovaniy s uchastiyem cheloveka v kachestve sub'yekta: khel'sinskaya deklaratsiya Vsemirnoy meditsinskoy assotsiatsii [Ethical principles of medical research involving human subjects: the Helsinki Declaration of the World Medical Association]. *Klinicheskaya informatika i Telemedicina. Normativno-pravovaya baza – Clinical Informatics and Telemedicine. Legal and regulatory framework*, Vol. 10, Iss. 11, 119-122 [in Ukrainian].

31. *Global Recommendations on Physical Activity for Health* (2010). Geneva: World Health Organization. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK305057/>

32. McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., & Hoff Br., J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *J. Sports Med.*, 39, 273-277.

33. Musumeci, G., Aiello, F.C., Szychlinska, M.A. et al. (2015). Osteoarthritis in the XXIst century: risk factor sand behaviours that in fluence disease onset and progression. *Int. J. Mol. Sci.*, 16, 6093-6112.

34. Stewart, J., Manmathan, G., & Wilkinson, P. (2017). Primary prevention of cardiovascular disease: A review of contemporary gui dance and literature. *JRSM Cardiovasc Dis.*, 6, 1-9.

35. World medical association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research in volving human subjects (2013). *JAMA*, 310(20), 2191-2194.