

## Оцінка індивідуальних змін діяльності кардіореспіраторної системи атлетів при поточних обстеженнях

Гузій О.В., Романчук О.П.

Львівський державний університет  
фізичної культури імені Івана Боберського

DOI: [https://doi.org/10.15391/prrht.2021-6\(3\).01](https://doi.org/10.15391/prrht.2021-6(3).01)

**Анотація.** Оцінка стану організму спортсменів є важливою та має багато передумов. Останнє зумовило доцільність уніфікації оцінки з використанням нормоцентричного підходу до оцінки стану кардіореспіраторної системи при поточних обстеженнях. Метою даного дослідження було апробувати використання перцентильного аналізу показників кардіореспіраторної системи для оцінки індивідуальних змін в організмі атлетів при поточних обстеженнях. Матеріали та методи дослідження з використанням спіроартеріокардіоритмографії САКР були обстежені 202 висококваліфікованих атлета чоловічої статі у віці  $22,6 \pm 2,8$  років, які представляли ациклічні види спорту – одноклубства (карате, тхеквондо, кікбоксинг, бокс, вільну боротьбу, греко-римську боротьбу, дзюдо, самбо) та ігри (водне поло, футбол). Стаж занять спортом складав  $10,3 \pm 3,1$  роки. Всі дослідження проводились в передзмагальному періоді. У відповідності до дизайну обстеження з використанням САКР проводились тричі: у ранішні години, натще серце, в положенні сидячи в день тренування (K1), одразу (в перші 5-7 хв.) після тренування (K2) і наступного після тренування ранку після сну (K3). Кожна реєстрація тривала 2 хв. Результати дослідження. З урахуванням попередньо визначених меж перцентильних діапазонів розподілу показників кардіореспіраторної системи для демонстрації можливостей запропонованого підходу було проведено оцінку змін показників дихального об'єму (ДО), частоти дихання (ЧД) та частоти серцевих скорочень (ЧСС) при контрольних обстеженнях спортсменів до, після та наступного після тренування ранку. Показано, що відзначаються суттєві відмінності показників кардіореспіраторної з урахуванням їх реакції на тренувальне навантаження. За даними обстеження побудовано індивідуальний функціональний профіль спортсмена, який за фізіологічними параметрами дозволяє оцінити зміни в організмі, які відбуваються у постнавантажувальний період. Висновок. Апробований підхід дозволив поєднано в єдиній шкалі оцінок охарактеризувати як групові зміни в функціональному забезпеченні фізичної роботи, так і індивідуальні параметри організму атлета з позицій його відновлення у постнавантажувальний період

**Ключові слова:** кардіореспіраторна система, атлети, функціональний стан.

### Assessment of individual changes in the activity of the athletes cardiorespiratory system during current examinations

O.V. Guzij, O.P. Romanchuk

Lviv State University of Physical Culture named after Ivan Boberskij, Ukraine

**Summary.** Assessment of the athletes' body state is important and has many prerequisites. The latter predetermined the expediency of unifying the assessment using the normocentric approach to assessing of the cardiorespiratory system state during current examinations. The purpose of this study was to test the use of percentile analysis of cardiorespiratory system indicators to assess individual changes in the athletes' body during current examinations. Materials and methods. Using Spiroarteriocardiography (SACR) examined 202 highly qualified male athletes aged  $22.6 \pm 2.8$  years, representing acyclic sports – martial arts (karate, taekwondo, kickboxing, boxing, judo, sambo) and games (water polo, football). The length of service in sports was  $10.3 \pm 3.1$  years. All studies were carried out in the pre-competition period. In accordance with the design of the examination, using SACR were carried out three times: in the morning, on an empty stomach, in a sitting position on the day of training (K1), immediately (in the first 5-7 minutes) after training (K2) and the morning after training (K3). Each registration lasted 2 minutes. Research results. Taking into account the previously determined boundaries of the percentile ranges of the cardiorespiratory system indices distribution, to demonstrate the capabilities of the proposed approach, the changes in the indicators of tidal volume (DO), respiration rate (RR) and heart rate (HR) were assessed during control examinations of athletes before, after and the next morning after workout. It is shown that there are certain differences in cardiorespiratory indices, taking into account their response to the training load. Based on the survey data, an individual functional profile of an athlete was built, which, according to physiological parameters, makes it possible to assess the changes in the body that occur during the post-exercise period. Conclusion. The approved approach

*made it possible to characterize both group changes in the functional support of physical work and the individual parameters of the athlete's body from the standpoint of its recovery in the post-exercise period in a single scale of assessments.*

**Key words:** *cardiorespiratory system, athletes, functional state..*

---

**Вступ.** У нинішніх умовах підготовка висококваліфікованих спортсменів спрямована на підвищення спортивної майстерності окремих спортсменів, і це в основному залежить від збалансованої взаємодії багатьох функціональних систем організму, які визначають характер його адаптаційних можливостей [2, 7, 12, 25, 27, 40, 59]. В той же час, адаптивні можливості визначаються низкою пов'язаних систем – гемодинаміки, обміну речовин, імунної та гемопоезу, загальні профілі, яких мають бути в межах статичних флуктуацій за більшістю параметрів, які відповідають аналогічним статі і віку осіб, які цілеспрямовано не займаються певним видом спортивної діяльності [24, 28, 37, 62]. Іншими словами, оптимальні методи підготовки висококваліфікованих спортсменів мають сприяти зростанню спортивної майстерності з урахуванням максимального балансу окремих параметрів і інтегральних рівнів функціональних систем, які визначають адаптивний резерв організму спортсмена і повністю відповідати популяційним критеріям. Проте, діапазон мінливості параметрів гомеостазу спортсмена є набагато ширшим та досить часто перевищує межі, які характерні для здорових осіб. Інколи окремі значення показників можуть бути інтерпретовані як передпатологічних і патологічні [1, 11, 38, 41, 42, 47, 48, 61]. Ці відмінності вказують на більш високий потенціал адаптації організму спортсмена.

В даний час абсолютно зрозумілим є те, що діагностика та корекція функціонального стану організму спортсменів має проводитись з урахуванням результатів комплексних методів дослідження та з використанням індивідуально підібраних засобів навчання, обсягів та інтенсивності фізичних навантажень, циклів змагань і відпочинку, які дозволять в майбутньому уникнути проблем, з якими стикаються що тренери і лікарі при інтенсифікації навчально-тренувального процесу [3, 10, 18, 25, 26, 31, 38, 43, 56].

Актуальність комплексного підходу до оцінки стану організму людини підтверджено появою міждисциплінарних підходів, які засновані на індивідуалізації постановки діагнозу та визначення впливів навколишнього середовища на організм в контексті інтегрального розуміння механізмів життєдіяльності людини [1, 7, 11, 39, 50, 59, 60].

Вивчення функціонального стану організму спортсменів є однією з найважливіших завдань спортивної медицини. Дана інформація необхідна для визначення стану здоров'я, виявлення особливостей функціонального стану систем, пов'язаних зі спортивною підготовкою [46, 49, 57, 80], та з метою раннього виявлення станів, які можуть приводити до зриву механізмів адаптації, розвитку дизрегуляцій, що характеризуються перенапруженням, перетренованістю, або патологічними станами [3, 4, 11, 17, 23, 29, 40-43, 45, 51, 71, 76, 78].

Тобто, діагностика функціонального стану організму спортсмена має не тільки визначати рівень функціональної готовності атлета до виконання фізичного навантаження, але й встановлювати найбільш напружені ланки функціонального забезпечення різних систем організму. Останнє є важливим з позицій попередження виражених дизрегуляцій, які також можуть мати трагічні наслідки [43, 48, 61]. Для попередження таких станів важливе значення має організація відповідних відновлювальних заходів, спрямованих на підтримку найбільш напружених систем [30, 38, 40, 44, 56].

Повертаючись до питання комплексної оцінки функціонального стану

організму, необхідно зауважити, що існуюча значна кількість діагностичних підходів, звичайно дозволяє максимально оцінити різні функції організму та у подальшому охарактеризувати відповідні зміни окремо для кожної. Проте, в такому випадку істотно зменшується можливість аналізу поєднаних варіацій функцій [6, 13, 19, 20, 21], які визначають цілісну підбудову організму до конкретних умов існування. Певна проблема виникає при доцільності проведення досліджень у «польових умовах», які необхідні в межах поточних та оперативних обстежень спортсменів. Адаже навчально-тренувальний процес істотно обмежує можливості медичного, хоча й діагностичного, втручання [12, 25, 31].

Саме тому нашу увагу привернув метод спіроартеріокардіоритмографії (САКР), який у одночасному режимі реєструє функції серця, судин та дихання. При цьому аналіз отриманих показників дозволяє охарактеризувати скорочувальну функцію серця, центральну гемодинаміку, паттерн дихання, автономну регуляцію серцевого ритму, систолічного та діастолічного артеріального тиску, а також дихання [14, 55, 63, 65, 70, 83]. Його застосування було апробовано раніше при скринінгових обстеженнях великих груп населення [8, 64, 66, 82], кваліфікованих спортсменів різних видів спорту [32, 35, 36, 53, 55, 77], в умовах санаторно-курортного лікування [9, 14], біля ліжка хворого в умовах стаціонару [24, 33, 34, 81]. Така можливість застосування приладу зумовлена його компактністю, що дозволяє безперешкодно використовувати його в «польових умовах».

Окремо необхідно зупинитися на принципах індивідуалізованого комплексного підходу до оцінки результатів дослідження з використанням САКР. Зазвичай комплексний підхід до оцінки результатів будь-якого дослідження поєднаних функцій базується на пошуку взаємозв'язків абсолютних значень окремих параметрів цих функцій. Однак, не всі з досліджуваних параметрів мають нормальний розподіл, що викликає доцільність застосування різних математичних функцій та коефіцієнтів для перерахунку статистичних значень показників та зв'язків між ними [39]. Це істотно ускладнює як їх оцінку, так і подальший аналіз даних. А саме головне, втрачається інформація щодо конкретного індивідууму [7, 18].

З метою уніфікації обробки результатів дослідження з використанням САКР нами у співпраці з нашими колегами [7, 12, 15, 16, 22, 36] був запропонований перцентильний спосіб аналізу отримуваних показників, що дозволило в єдиній системі умовних оцінок, визначених потраплянням в певні межі перцентильного коридору, достатньо чітко оперувати зв'язками між показниками різних систем та підсистем, а також спрямованістю змін. При цьому одночасна реєстрація показників істотно зменшує помилку їх визначення. Це пов'язано із нівелюванням під час перцентильного аналізу типу розподілу показника у популяції. Певне питання виникає тільки тоді, коли мова йде про пов'язані між собою показники. Проте, і воно може бути вирішеним при врахуванні приватних кореляцій [7, 39].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувалося відповідно до плану науково-дослідної роботи Львівського державного університету фізичної культури «Застосування неінвазійних методів аналізу функціонального стану організму спортсменів» та «Теоретико-методичні основи фізичної реабілітації неповносправних з порушенням діяльності опорно-рухового апарату та дихальної системи»

**Метою даного дослідження** було апробувати використання перцентильного аналізу показників кардіореспіраторної системи для оцінки індивідуальних змін в організмі атлетів при оперативних та поточних обстеженнях.

**Матеріали та методи дослідження.** Для дослідження кардіореспіраторної системи атлетів використовувався прилад САКР [70],

рекомендований МОЗ України до використання в реабілітаційних установах [14]. В приладі реалізовано поєднання трьох відомих методів фізіологічних досліджень в єдиний апаратний комплекс, який дозволяє досягнути принципово нової якості вимірювань, а саме одночасної реєстрації серцевого ритму, артеріального тиску на кожному серцевому скороченні та потоків вдихуваного і видихуваного повітря [70].

Реєстрація ЕКГ з застосуванням САКР проводилась в першому стандартному відведенні впродовж 2 хв. За даними дослідження визначається близько 30 показників діяльності кардіореспіраторної системи. Серед них амплітудно-часові параметри PQRST-комплекса і показники спектрального та математичного аналізу варіабельності серцевого ритму (BCP) [65, 66], абсолютні показники варіабельності систолічного та діастолічного артеріального тиску [65, 67-69, 74, 75, 79, 83, 84], показники паттерну та варіабельності дихання [76], а також центральної гемодинаміки [53].

На рисунках 1 і 2 представлені приклади ритмограми реєстраційного запису і первинних результатів, отриманих з використанням САКР.

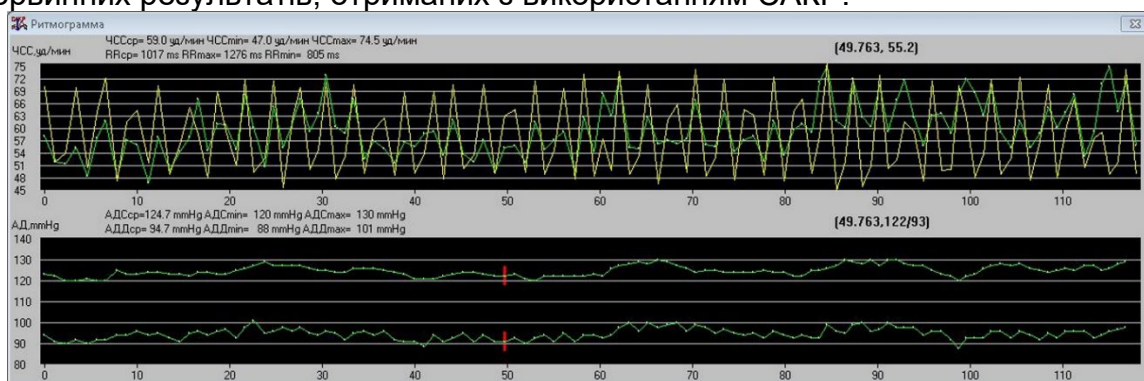


Рис. 1. Ритмограма реєстраційного запису САКР. У верхньому вікні – ритмограми серцевого ритму (зелена) і дихання (жовта). В нижньому – систолічного і діастолічного тиску.

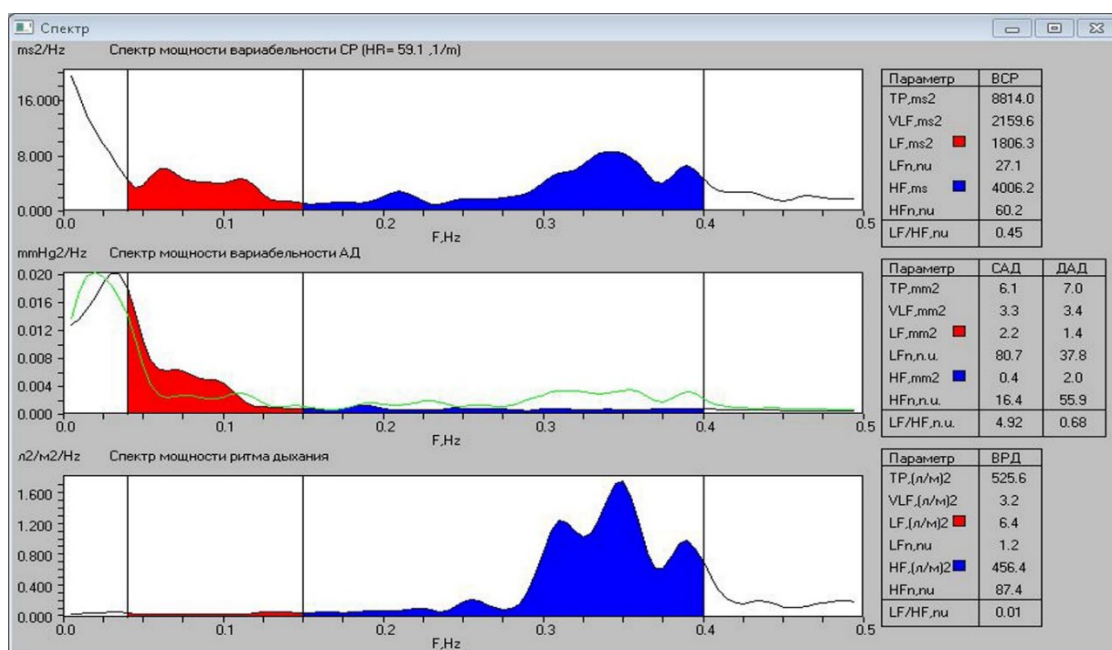


Рис. 2. Спектрограма і аналіз. В верхньому вікні – серцевого ритму, в середньому – систолічного і діастолічного тиску, в нижньому – дихання.



З використанням САКР були обстежені 202 висококваліфікованих атлета чоловічої статі у віці  $22,6 \pm 2,8$  років, які представляли ациклічні види спорту – однокорства (карате, тхеквондо, кікбоксинг, бокс, вільну боротьбу, греко-римську боротьбу, дзюдо, самбо) та ігри (водне поло, футбол). Стаж занять спортом складав  $10,3 \pm 3,1$  роки. Всі дослідження проводились в передзмагальному періоді. У відповідності до дизайну обстеження з використанням САКР проводились тричі: у ранішні години, натще серце, в положенні сидячи в день тренування ( $K_1$ ), одразу (в перші 5-7 хв.) після тренування ( $K_2$ ) і наступного після тренування ранку після сну ( $K_3$ ). Кожна реєстрація тривала 2 хв.

**Аналіз даних.** Для індивідуалізованої оцінки змін нами застосовувався перцентильний метод статистичного аналізу. Перцентильний метод заснований на врахуванні відсотку накопичення показника в популяції. Оцінка показників проводиться згідно перцентильних таблиць. Колонки таблиці перцентилів вказують кількісні межі показника в певному діапазоні. Як правило, межі діапазонів в таблицях визначаються за даними значних популяційних досліджень осіб різного віку, статі тощо. Інтервали міжперцентильних стовпців (зони і коридори) визначають діапазони різних значень показників, в які вони потрапляють. Завдання дослідників полягає в тому, щоб знайти до якого перцентильного інтервалу (зони) потрапляє отримане значення показника і оцінити його з урахуванням рівня діапазону. Залежно від цього, формується оцінка [7, 19]. У нашому дослідженні ми керувалися перцентильними діапазонами, які відповідали наступним зонам: <5% – «дуже низький» рівень, або виражене зниження; 5–25% – «нижче середнього» рівня, або помірне зниження; 25–75% – «середній» рівень, або норма; 75–95% – «вище середнього» рівня, або помірне підвищення; >95% – «дуже високий» рівень, або виражене підвищення. При цьому абсолютно «нормальними» вважаються показники в діапазоні 25-75%, а «не нормальними», які потрапляють в діапазони <5% та >95%.

З метою індивідуалізованої комплексної оцінки нами кожному з досліджуваних показників присвоювався відповідний бал (в межах від -2 до +2), який характеризував потраплення показника у відповідну зону перцентильного розподілу (від <5% до >95%). При цьому отримані бали підлягають подальшим варіантам різних розрахунків, що істотно спрощує їх комплексний аналіз та оцінку.

Щодо аналізу групових перцентильних розподілів, то слід зазначити, що значущість змін розподілів окремих показників визначається відмінностями від нормологічно зваженого, який передбачає співвідношення варіантів вираженого зниження, помірного зниження, норми, помірного підвищення та вираженого підвищення, як: 5:20:50:20:5. В усіх випадках визначається також модальний варіант. Окремо, слід додати, що існує можливість, при розробці відповідних перцентильних таблиць, аналізувати також динамічні зміни регуляції, як це було показано нами при використанні тестів з керованим диханням [36, 37, 52, 54, 73].

Як приклад наведемо застосування даного підходу до індивідуалізованої комплексної оцінки показників кардіоінтервалометрії [26]. При обстеженні спортсмена К. віком 21 рік з використанням САКР були отримані наступні параметри ЕКГ: ЧСС – 54 хв.<sup>-1</sup> (ранг - -1), P – 0,107 с (ранг - +1), PQ – 0,136 с (ранг - 0), QR – 0,035 с (ранг - +1), QRS – 0,095 с (ранг - 0), ST – 0,240 у.о. (ранг - +2). Отримані індивідуальні показники спортсмена К. у даному випадку можна описати наступним чином: на тлі помірної брадикардії відзначається помірне уповільнення проведення збудження по передсердях, помірне уповільнення деполяризації шлуночків зі збереженням атріовентрикулярної та внутрішньошлуночкової провідності, що супроводжується ознаками порушення реполяризації шлуночків. Загальна оцінка PQRST у даному випадку засвідчує певні зміни кінцевої частини

комплексу, що у спортсменів частіше визначає метаболічні зміни.

Для оцінки індивідуальних змін організму атлетів за впливу фізичних навантажень ми також використали підхід, який дозволив визначати «ранг змін». Останній являє собою різницю між поточним та попередньо визначеним значеннями рангу у конкретного спортсмена (табл. 1) та характеризує рівень зміщення конкретного показника в межах запропонованих нами рангів. Для кожного спортсмена нами визначались 2 ранги змін: перший – для стану після навантаження ( $K_2$ ) у порівнянні з вихідним станом ( $K_1$ ) –  $K_2-K_1$ , другий – для стану у періоді відновлення ( $K_3$ ) у порівнянні з вихідним станом ( $K_1$ ) –  $K_3-K_1$ . Тобто, перший з «рангів змін» характеризує вплив відповідь на дію подразника (фізичне навантаження), а другий – відновлення до вихідного стану.

**Таблиця 1**

**Характеристика «рангів змін» показників**

| Ранги змін | Характеристика для $K_2-K_1$ | Характеристика для $K_3-K_1$ |
|------------|------------------------------|------------------------------|
| -3         | Наднизька реакція            | Значна негативна динаміка    |
| -2         | Виразено знижена реакція     | Виражена негативна динаміка  |
| -1         | Знижена реакція              | Помірна негативна динаміка   |
| 0          | Відсутня реакція             | Повне відновлення            |
| +1         | Підвищена реакція            | Помірна позитивна динаміка   |
| +2         | Виразено підвищена реакція   | Виражена позитивна динаміка  |
| +3         | Значна реакція               | Значна позитивна динаміка    |

Як приклад наведемо визначення «рангів змін» показників кардіоінтервалометрії при обстеженні спортсмена К. віком 21 рік. При обстеженні були отримані наступні значення показників кардіоінтервалометрії: при  $K_1$  - ЧСС – 62,6 хв.<sup>-1</sup> (ранг - 0), P – 0,102 с (ранг - 0), PQ – 0,147 с (ранг - 0), QR – 0,029 с (ранг - 0), QRS – 0,079 с (ранг - -2), QT – 0,415 с (ранг - 0), QTC – 0,424 с (ранг - 0), ST – 0,138 у.о. (ранг - 0); при  $K_2$ : ЧСС – 82,1 хв.<sup>-1</sup> (ранг - 2), P – 0,101 с (ранг - 0), PQ – 0,141 с (ранг - 0), QR – 0,029 с (ранг - 0), QRS – 0,085 с (ранг - -2), QT – 0,363 с (ранг - -2), QTC – 0,425 с (ранг - 0), ST – 0,107 у.о. (ранг - 0); при  $K_3$ : ЧСС – 62,6 хв.<sup>-1</sup> (ранг - 0), P – 0,109 с (ранг - 0), PQ – 0,148 с (ранг - 0), QR – 0,032 с (ранг - 0), QRS – 0,091 с (ранг - 0), QT – 0,433 с (ранг - 0), QTC – 0,442 с (ранг - 0), ST – 0,197 у.о. (ранг - +1). Після визначення рангів показників проводиться розрахунок «рангів змін». Для показника ЧСС «ранг змін» для  $K_2-K_1$  складає +2, а для  $K_3-K_1$  – 0, і так далі для інших показників. Тобто, «ранг змін» для  $K_2-K_1$  характеризує виражено підвищену реактивність, а для  $K_3-K_1$  – відновлення.

Не зупиняючись докладно на змінах одразу після навантаження ( $K_2$ ), які в багатьох випадках залежать від інтенсивності та спрямованості фізичних навантажень, що буде не зовсім коректно, адже процеси енергозабезпечення та гемодинамічне забезпечення мають певні відмінності, розглянемо зміни, які відбуваються наступного після тренування ранку ( $K_3$ ) у порівнянні з вихідним станом ( $K_1$ ), коли в організмі відбуваються процеси відновлення.

**Результати дослідження і їх обговорення.** У попередніх наших публікаціях було показано [4, 5, 74, 79], що наступного після інтенсивного фізичного навантаження ранку більшість показників ВСР, ВСТ, ВСД та ВД у всій групі спортсменів за пересічними значеннями повертається до вихідного рівня.

В той же час, нас цікавили індивідуальні варіанти змін регуляції кардіореспіраторної системи, які зустрічались у всій групі спортсменів.

На початку висвітлення результатів нашого дослідження на прикладі змін добре відомих показників покажемо особливості змін і інтерпретації результатів.

На рис. 3 представлено перцентильний розподіл змін рангів ЧСС, ЧД та ДО за впливу інтенсивного фізичного навантаження.

Як видно з рис.3 індивідуальні розподіли рангів зазначених вище показників при  $K_3$  в цілому показують (на тлі їх рангів при  $K_2$ ) повернення рангів до вихідного стану. При цьому дещо відрізняються розподіли для ЧД при  $K_1$  та  $K_3$ , хоча й незначно (рис. 3б).

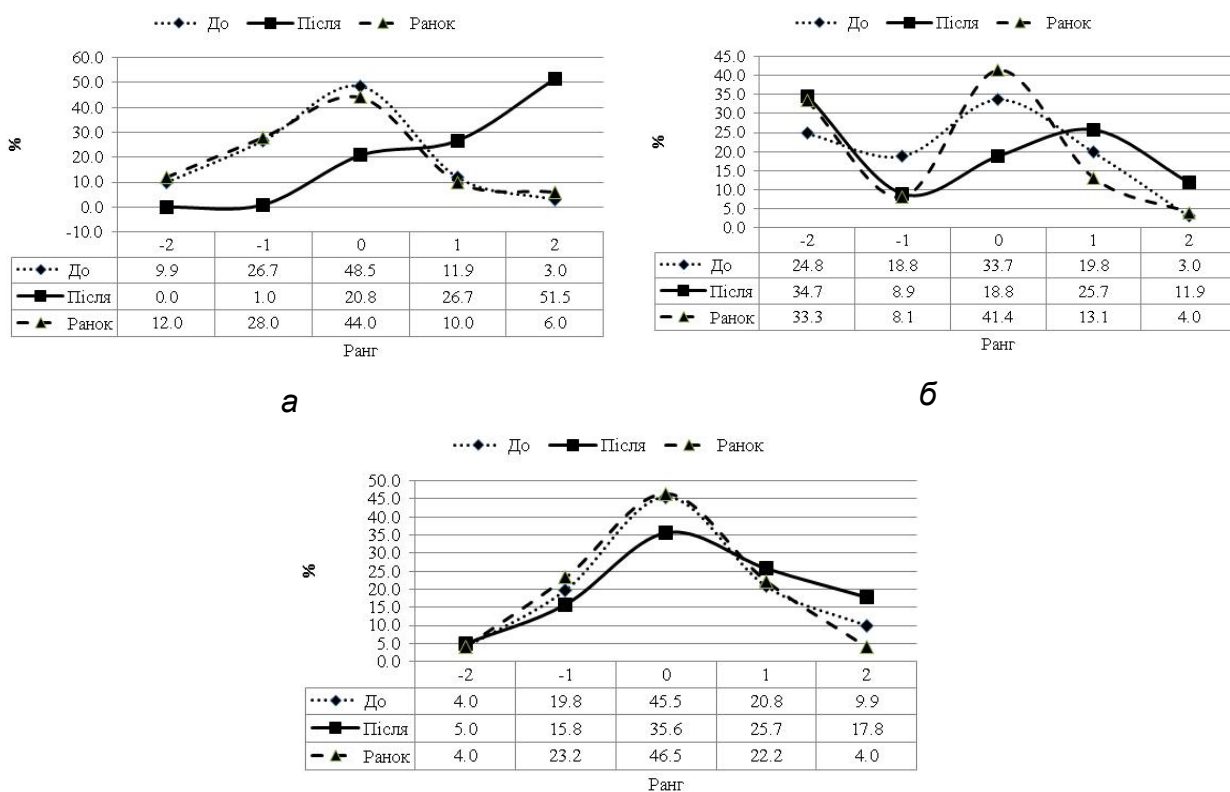


Рис. 3. Розподіли рангів показників спортсменів при  $K_1$ ,  $K_2$  та  $K_3$ , де: а – ЧСС, б – ЧД, в – ДО.

Якщо повернутись до абсолютних значень меж перцентильних діапазонів [26], то характеризуючи оцінки ЧД можна констатувати, що у вихідному стані у 24,8% атлетів відзначається виражене брадіпное (< 8,3 хв<sup>-1</sup>) у 18,8% атлетів – помірне брадіпное (8,4-12,4 хв<sup>-1</sup>), у 33,7% атлетів – нормопное (12,5-17,8 хв<sup>-1</sup>), у 19,8% атлетів – помірне тахіпное (17,9-21,8 хв<sup>-1</sup>), а у 3% атлетів – виражене тахіпное (> 21,8 хв<sup>-1</sup>). Достатньо інформативним є те, що одразу (через 5-7 хв) після фізичного навантаження ( $K_2$ ) у 34,7% атлетів відзначається виражене брадіпное, а у 25,7% та 11,9% атлетів – помірне та виражене тахіпное.

З цих позицій цікавим було проаналізувати, які відмінності спостерігались у атлетів (а їх було 70 осіб), у яких одразу після навантаження відзначалось виражене брадіпное. Зосередимося на рангах показників ЧСС та ДО, групові розподіли яких представлені на рис. 3. У табл. 2 представлені розподіли показників ЧСС та ДО у атлетів, в яких одразу після навантаження відзначалось брадіпное. В цілому розподіли рангів ЧСС нагадують ті, які характерні для всієї групи атлетів при  $K_2$ . Ранги ДО засвідчують істотно більшу тенденцію до зростання, що відображає компенсацію киснезабезпечення при меншій ЧД.

**Таблиця 2**  
**Розподіл показників ЧСС та ДО у атлетів з вираженим брадіпное після навантаження (%)**

| Показник | Ранг |     |      |      |      |
|----------|------|-----|------|------|------|
|          | -2   | -1  | 0    | +1   | +2   |
| ЧСС      | 0    | 0   | 25,7 | 28,6 | 45,7 |
| ДО       | 2,9  | 5,7 | 37,1 | 31,4 | 22,9 |

Достатньо інформативним виглядає розподіл показників ЧСС та ДО у атлетів, у яких наступного після тренування ранку відзначається виражене брадіпное (таких було 66 осіб).

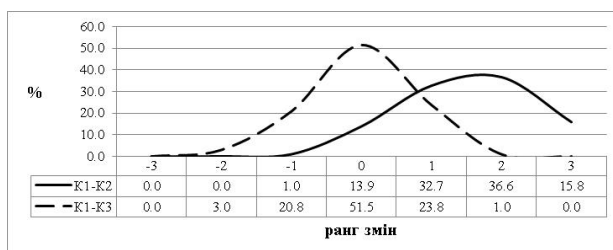
При його порівнянні з груповим розподілом (рис. 3) можна стверджувати, що у цих спортсменів відзначається істотно більша схильність до помірної та вираженої тахікардії (9,1% та 15,2% проти 6,0% та 10,0%). Також менш економним виглядає спонтанне дихання, яке характеризується істотно частішим помірним та вираженим збільшенням дихального об'єму (30,3% та 9,1% проти 22,2% та 4,0%).

**Таблиця 3**  
**Розподіл показників ЧСС та ДО у атлетів з вираженим брадіпное наступного після тренування ранку (%)**

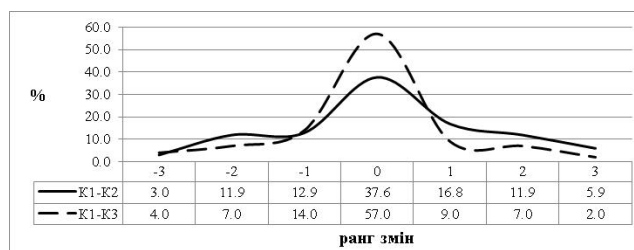
| Показник | Ранг |      |      |      |     |
|----------|------|------|------|------|-----|
|          | -2   | -1   | 0    | +1   | +2  |
| ЧСС      | 9,1  | 21,2 | 45,5 | 15,2 | 9,1 |
| ДО       | 0    | 15,2 | 45,5 | 30,3 | 9,1 |

Тобто, виражене брадіпное у атлетів після фізичного навантаження та наступного після нього ранку супроводжується характерними змінами ЧСС та ДО. Звичайно, даний приклад не дозволяє зробити істотних прогностичних висновків, проте, показує можливість достатньо інформативного аналізу індивідуальних варіантів змін функціональних параметрів кардіореспіраторної системи з позицій напрямків можливої корекції змін, що виникають в процесі занять фізичними вправами.

Для демонстрації можливості аналізу динамічних змін звернемо увагу на показники розподілу «рангів змін», які представлені на рис. 4 та показують, що при Кз за ЧД у 57,0% атлетів відбулось відновлення до вихідного рівня, у 11,0% атлетів – показник рангу ЧД показав виражену негативну динаміку, у 14,0% атлетів – помірну негативну динаміку, які характеризували зменшення ЧД нижче вихідного рівня. Проте, у 9,0% та 9,0% атлетів відзначалась помірна та виражена позитивна динаміка, які характеризували недовідновлення ЧД до вихідного рівня.

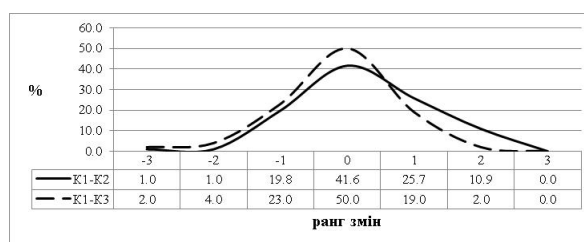


а



б





в

Рис. 4. Розподіли «рангів змін» показників спортсменів при K1, K2 та K3, де: а – ЧСС, б – ЧД, в –ДО.

В даному випадку доцільним є розглянути варіанти зменшення та збільшення рангів ЧД наступного після тренування ранку (K3) у порівнянні з вихідним рівнем (K1). Аналіз даних показав, що при K3 у 50 атлетів відзначалось зниження рангу ЧД, а у 36 атлетів – збільшення рангу ЧД. Було простежено зміни рангів ЧСС та ДО (табл. 4).

Таблиця 4

**Розподіл «рангів змін» ЧСС та ДО у атлетів зі зниженням рангу ЧД та зі збільшенням рангу ЧД наступного після тренування ранку (%)**

| Показник | дихання | Ранг |      |      |      |     |
|----------|---------|------|------|------|------|-----|
|          |         | -2   | -1   | 0    | +1   | +2  |
| ЧСС      | браді   | 8,0  | 28,0 | 36,0 | 28,0 | 0   |
|          | тахі    | 0    | 33,3 | 50,0 | 16,7 | 0   |
| ДО       | браді   | 8,0  | 16,0 | 60,0 | 12,0 | 4,0 |
|          | тахі    | 11,1 | 22,2 | 44,4 | 22,2 | 0   |

Насамперед необхідно зазначити, що у більшості випадків зниження ЧД наступного після тренування ранку у 36% випадків відзначається тенденція до зниження ЧСС, в 36% випадків ЧСС відновлюється до вихідних значень, а 28% випадків ЧСС збільшується. В 60% випадків ДО відновлюється до вихідних значень, в 24% - знижується, а в 16% - збільшується. Такі зміни характеризують певну дисоціацію між серцево-судинною та дихальною системою.

У більшості випадків збільшення ЧД наступного після тренування ранку ЧСС відновлюється до вихідних значень (50%), проте є тенденція до її зниження, яка спостерігається у кожного третього (33,3%) атлета, і тільки у кожного шостого (16,7%) відзначається помірне збільшення ЧСС. При цьому відзначається істотна схильність до зниження ДО (33,3%).

Тобто, запропонований алгоритм оцінки функціональних показників дозволяє адекватно охарактеризувати стан та зміни функції як в цілому по групі, так і при окремих опорних значеннях, або напрямках змін в організмі, що традиційними способами статистичного аналізу зробити складніше.

Окремо наведемо приклад індивідуальних змін показників діяльності кардіореспіраторної системи за впливу тренувального навантаження та у період відновлення, які отримані з використанням САКР.

Обстежений атлет С., 24 роки, МСМК з боксу. Стаж занять 12 років. За даними аналізу ВСР за методом запропонованим Н.І. Шлик у вихідному стані діагностовано помірне напруження регуляції серцевого ритму (I тип), одразу після навантаження відзначався II тип (розвиток втоми, істотне зниження регуляторних впливів на серцевий ритм), наступного після тренування ранку – також II тип. Така динаміка засвідчує розвиток перенапруження за симпатичним типом.

У табл. 5 згруповано індивідуальні оцінки показників, які отримані під час дослідження САКР та характеризують різні складові забезпечення

функціонального стану організму атлета до ( $K_1$ ), одразу після ( $K_2$ ) та наступного після тренувального навантаження ранку ( $K_3$ ). З огляду на показники всіх систем зупинимось на показниках, які характеризують відновлення організму після навантаження. Тобто, нашу увагу звернемо на ранги показників при  $K_3$  у порівнянні з  $K_1$ .

**Таблиця 5**

**Профілі індивідуального напруження окремих ланок забезпечення функціонального стану кардіореспіраторної системи атлета С. з урахуванням перцентильних розподілів показників в динаміці спостереження**

| Показник  | $K_1$ | $K_2$ | $K_3$ | Показник   | $K_1$ | $K_2$ | $K_3$ |
|---|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|
| Гемодинаміка                                    |       |       |       | Кардіоінтервалометрія                            |       |       |       |
| КДО, см <sup>3</sup>                            | 0     | 0     | 1     | ЧСС, хв <sup>-1</sup>                            | 0     | 2     | 0     |
| КСО, см <sup>3</sup>                            | 0     | 1     | 0     | Р, с   | 1     | 2     | 1     |
| УО, см <sup>3</sup>                             | 0     | 0     | 0     | PQ, с  | 2     | 2     | 2     |
| ХОК, л  | 0     | 1     | 1     | QR, с  | 0     | -1    | 0     |
| УІ  | 0     | -1    | 0     | QRS, с   | 0     | 0     | 1     |
| ЗПОС  | 0     | 0     | -1    | ST, н.о.   | 1     | 0     | 0     |
| СІ  | 0     | 1     | 0     | QT <sub>с</sub>                                  | -1    | 0     | 1     |
| Варіабельність серцевого ритму                  |       |       |       | Артеріальний тиск та барорецепторна чутливість   |       |       |       |
| TP, мс <sup>2</sup>                             | -1    | -2    | -2    | СТ, мм рт.ст.                                    | 0     | 1     | -1    |
| VLF, мс <sup>2</sup>                            | 0     | -2    | -1    | ДТ, мм рт.ст.                                    | -1    | 0     | -2    |
| LF, мс <sup>2</sup>                             | -1    | -2    | -1    | Індекс Кердо                                     | 0     | 1     | 1     |
| HF, мс <sup>2</sup>                             | 0     | -2    | 0     | BR <sub>LF</sub>                                 | 0     | -2    | -1    |
| LFHF, у.о.                                      | 0     | -1    | 0     | BR <sub>HF</sub>                                 | -1    | -2    | -1    |
| Варіабельність систолічного артеріального тиску |       |       |       | Варіабельність діастолічного артеріального тиску |       |       |       |
| TP <sub>СТ</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>        | -1    | 0     | -1    | TP <sub>ДТ</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>         | 0     | -1    | -1    |
| VLF <sub>СТ</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>       | -2    | 0     | -1    | VLF <sub>ДТ</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>        | -1    | -1    | -2    |
| LF <sub>СТ</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>        | -1    | -1    | 0     | LF <sub>ДТ</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>         | 0     | 0     | 0     |
| HF <sub>СТ</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>        | 0     | 1     | 0     | HF <sub>ДТ</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>         | -1    | -1    | 0     |
| LFHF <sub>СТ</sub> , у.о.                       | -1    | -2    | 0     | LFHF <sub>ДТ</sub> , у.о.                        | 1     | 1     | 0     |
| Варіабельність спонтанного дихання              |       |       |       | Паттерн дихання                                  |       |       |       |
| TP <sub>Д</sub> , (л/хв) <sup>2</sup>           | 0     | 0     | 0     | T <sub>insp</sub> , с                            | 0     | 0     | -1    |
| VLF <sub>Д</sub> , (л/хв) <sup>2</sup>          | -2    | -2    | 0     | T <sub>exp</sub> , с                             | -1    | -1    | -2    |
| LF <sub>Д</sub> , (л/хв) <sup>2</sup>           | -1    | -1    | -1    | ДО, л  | 0     | 0     | 0     |
| HF <sub>Д</sub> , (л/хв) <sup>2</sup>           | 0     | 1     | 1     | T <sub>insp</sub> /T <sub>exp</sub>              | 1     | 1     | 1     |
| LFHF <sub>Д</sub> , у.о.                        | 0     | -2    | -1    | ЧД, хв <sup>-1</sup>                             | 1     | 1     | 2     |

Характеризуючи функціональний стан організму даного атлета можна констатувати, що у нього відзначається істотне невідновлення організму за рахунок збільшення КДО та ХОК на тлі зменшення ЗПОС, погіршення внутрішньосерцевої провідності (QRS) на тлі істотного збільшення електричної систоли шлуночків (QT<sub>с</sub>), зниження загальних регуляторних впливів на серцевий ритм (TP), зниження артеріального тиску на тлі зниження чутливості барорецепторів (BR<sub>LF</sub>), зниження загальних регуляторних впливів на діастолічний тиск (TP<sub>ДТ</sub>) за рахунок надсегментарних механізмів (VLF<sub>ДТ</sub>), підвищення ваготонічних впливів на регуляцію дихання (HF<sub>Д</sub>) на тлі збільшення ЧД за рахунок пришвидшення видиху.

Тобто, за короткий час виміру з використанням САКР отримано низку показників, за допомогою яких можна об'єктивно охарактеризувати функцію

серцево-судинної, дихальної та автономної нервової систем, а апробований підхід до оцінки параметрів дозволяє в єдиній шкалі ранжированих з урахуванням перцентильного розподілу параметрів надати об'єктивну оцінку поточного функціонального стану організму атлета. Звичайно, даний підхід з реєстрацією показників у стані відносного м'язового спокою не дозволяє охарактеризувати резервні можливості організму, але достатньо чітко характеризує підбудову кардіореспіраторного гомеостазу до умов, що виникають.

Розвиток технологій та програмного забезпечення дозволить істотно пришвидшити реалізацію даного підходу в широкому застосуванні на практиці. Основними елементами подальшого наукового пошуку є розробка автоматизованих систем розрахунку перцентильних розподілів з урахуванням приватних кореляцій отримуваних параметрів, що дозволить нівелювати фізіологічні зв'язки між окремими з них та підвищить прогностичне значення поєданого аналізу великої кількості даних з метою діагностики та подальшої корекції функціонального стану.

Звичайно, широка автоматизація та поява нових способів реєстрації приводить до істотного збільшення можливостей одночасної реєстрації різних фізіологічних параметрів діяльності організму, проте питання їх поєднаної адекватної та об'єктивної оцінки залишається відкритим.

**Висновок.** Використання спіроартеріокардіоритмографії у лікарсько-педагогічних спостереженнях за атлетами при поточному контролі в «польових умовах» дозволяє об'єктивізувати функціональний стан організму з урахуванням взаємодії серцево-судинної та дихальної систем. Апробований підхід до оцінки окремих фізіологічних показників з використанням перцентильного аналізу дозволив поєднано в єдиній шкалі оцінок охарактеризувати як групові зміни в функціональному забезпеченні фізичної роботи, так і індивідуальні параметри організму атлета з позицій його відновлення у постнавантажувальний період.

### **Список використаної літератури**

---

1. Баевский, Р., Берсенева, А. (2008). *Введение в донозологическую диагностику*. М.: Слово.
2. Бреслав, И., Волков, Н., Тамбовцева, Р. (2013). *Дыхание и мышечная активность человека и спорте*. М.: Советский спорт.
3. Гузій, О. (2019). Зміни типів автономної регуляції серцевого ритму за впливу інтенсивних фізичних навантажень. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*, 10(118), 43-49.
4. Гузій, О., Романчук, О., Магльований, А. (2020). Постнавантажувальна динаміка показників варіабельності серцевого ритму у висококваліфікованих спортсменів при формуванні перенапружень за симпатичним та парасимпатичним типами. *Art of Medicine*, 4(16):28-36.
5. Guzii, O., Romanchuk, O. (2021). Post-loading dynamics of beat-to-beat blood pressure variability in highly qualified athletes. *Fizicna Reabilitacia ta Rekreativno-Ozdorovci Tehnologii*, 6(1), 5-14. [https://doi.org/10.15391/prrht.2021-6\(1\).01](https://doi.org/10.15391/prrht.2021-6(1).01)
6. Гузій, О., Романчук, О. (2018). Чутливість артеріального барорефлексу при відновленні організму після тренувального навантаження. *Запорізький медичний журнал*, 16;(3):24-29.
7. Запорожан, В., Носкин, Л., Кресюн, В., Бажора, Ю., Романчук, А. (2014). *Факторы и механизмы саногенеза*. Одесса: ОНМедУ.
8. Карганов, М., Панкова, Н. (2018). Динамика показателей кардиореспираторной системы у участников высокоширотной морской экспедиции. *Технологии живых систем*, 15(5):23-30.
9. Карганов, М., Панкова, Н., Карандашов, В., Черепов, А. (2019). Динамика показателей кардиореспираторной системы под воздействием профилактической фототерапии в синем диапазоне спектра. *Лазерная медицина*, 23(3): 10-5.
10. Кіприч, С., Сосновський, Д., Романчук, О. (2018). Оцінка функціонального стану боксерів високого класу в період безпосередньої підготовки до головних змагань. *Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт*, (21):143-152.
11. Крыжановский, Г. Н. (2002). *Дизрегуляционная патология*. М.: Медицина.

12. Носкин, Л., Карганов, М. (2012). Полисистемные обследования спортсменов и лиц опасных профессий. *Спортивный врач*, 1(1-2) 51-6.
13. Носкин, Л., Рубинский, А., Романчук, А., Марченко, В., Пивоваров, В., Черепов, А., Заровкина, Л. (2018). Изучение сердечно-сосудистого и дыхательного синхронизма при различных режимах дыхания. *Патогенез*, 16(4), 90-96.
14. Паненко, А., Бабов, К., Носкин, Л., Романчук, О., Пивоваров, В. (2006). *Спироартериокардиоритмографія як поліфункціональний метод дослідження кардіореспіраторної системи у реабілітаційних установах*. Методичні рекомендації МОЗ України. Київ.
15. Паненко, А., Романчук, О. (2004). До питання дослідження вікових особливостей варіабельності дихання. *Одеський медичний журнал*, 5: 63–66.
16. Паненко, А., Романчук, О. (2003). До питання нормування результатів дослідження варіабельності артеріального тиску. *Одеський медичний журнал*, (2):66–7.
17. Паненко, А., Романчук, О. (2006). Санотипування у визначенні морфофункціональних детермінант вегетативних розладів. *Медична реабілітація, курортологія, фізіотерапія*, 4:30-4.
18. Паненко, А., Носкин, Л., Романчук, О. (2004). Індивідуальне санотипування як основа адресатних корекційно-реабілітаційних заходів. *Одеський медичний журнал*, (1):65–8.
19. Паненко, А., Носкин, Л., Романчук, О. (2005). Принципи оцінки функціонального стану організму за напруженням основних саногенетичних систем. *Одеський медичний журнал*, (2):95–9.
20. Паненко, А., Романчук, О., Пивоваров, В. (2003). Сучасні поліфункціональні підходи об'єктивного відслідковування функціональної сполученості діяльності серцево-судинної та дихальної систем. *Український журнал гематології та трансфузіології*, (6):41-4.
21. Панкова, Н., Архипова, Е., Алчинова, И., Карганов, М., Фесенко, А., Фесюн, А., Терновой, К., Абакумов, А. (2011). Сравнительный анализ методов экспресс-оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы. *Вестник восстановительной медицины*, 6(46):60-63.
22. Панкова, Н., Алчинова, И., Яковенко, Е., Карганов, М. (2016). Представленность разных величин функциональных показателей сердечно-сосудистой системы в возрасте 22-90 лет. *Технологии живых систем*, 13(7):16-24.
23. Панкова, Н., Богданова, Е., Карганов, М., Эйгель, М., Кузнецов, П., Симаков, О. (2013). Посленагрузочная динамика показателей сердечно-сосудистой системы у юных спортсменов (результаты спиро-артерио-кардиоритмографии). *Валеология*, 3:54-60.
24. Панкова, Н., Надоров, С., Ежова, О., Агаджанян, Н., Карганов, М. (2008). Информативность различных функциональных проб состояния кардиореспираторной системы человека в норме и при патологии. *Вестник восстановительной медицины*, 1(23): 67-71.
25. Платонов, В. (1997). Общая теория подготовки спортсменов в Олимпийском спорте. К.: Олимпийская литература. 59-131.
26. Романчук, А., Носкин, Л., Пивоваров, В., Карганов, М. (2011). Комплексный подход к диагностике состояния кардиореспираторной системы у спортсменов. Одесса: Феникс.
27. Романчук, А. (2002). Комплексная оценка межсистемных отношений функциональных реакций организма на физическую нагрузку. *Теория и практика физической культуры*, (4):51–4.
28. Романчук, А. (2003). Концептуальные предпосылки саногенетического мониторинга лиц, занимающихся физической культурой и спортом. *Теория и практика физической культуры*, (1):50-3.
29. Романчук, А. (2005). Особенности вегетативного обеспечения кардиореспираторной системы футболистов в годичном тренировочном цикле. *Вестник спортивной науки*. 1(6):29-32.
30. Романчук, А. (2008). Санотипирование в определении функциональных особенностей организма спортсменов. *Вестник спортивной науки*, 2:39-44.
31. Romanchuk, O.P., Guziy O.V. (2020). Modern approaches to the objectification of the functional state of the athletes' body during current examinations. *Fizicna Reabilitacia ta Rekreativno-Ozdorovci Tehnologii*. 5(1), 8-18. [https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5\(1\).02](https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5(1).02)
32. Романчук, А. (2005). Вегетативная регуляция кардиореспираторной системы в динамике годичного тренировочного цикла. *Теория и практика физической культуры*, 6:42-5.
33. Романчук, О., Величко, В., Бажора, Я. (2019). Реактивність кардіореспіраторної системи в пацієнтів із бронхіальною астмою за даними тестів із керуванням диханням. *Запорізький медичний журнал*, 4(115): 449-57.
34. Романчук, О., Бажора, Я. (2018). Варіабельність та паттерн дихання пацієнтів з персистуючим перебігом бронхіальної астми та ожирінням. *Український журнал медицини, біології та спорту*, 3(7): 74–83.
35. Романчук, О., Пісарук, В. (2012). Вегетативне забезпечення кардіореспіраторної системи висококваліфікованих важкоатлетів. *Наука і освіта*, 2:87-90.



36. Романчук, О., Пісарук, В. (2013). Зміни показників центральної гемодинаміки кваліфікованих спортсменів при тестуванні з використанням керованого дихання та їх оцінка. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*, 11:77-84.
37. Семашко, Л., Панкова, Н., Карганов, М. (2010). Изменения психофизиологических показателей и функционального состояния кардио-респираторной системы у детей и подростков, занимающихся по "Методике психофизиологической адаптации к высоким психоэмоциональным и физическим нагрузкам". *Вестник восстановительной медицины*, 2 (36):41-45.
38. Сокрут, В., Казаков, В. (2011). *Медицинская реабилитация в спорте*. Донецк: Каштан.
39. Alchinova, I., Karganov, M. (2021). Physiological Balance of the Body: Theory, Algorithms, and Results. *Mathematics*, 9(3):209.
40. Aubry, A., Hausswirth, C., Louis, J., Coutts, A. J., Le Meur, Y. (2014). Functional overreaching: The key to peak performance during the taper? *Med. Sci. Sports Exerc.*, 46:1769-77.
41. Baumert, M., Brechtel, L., Lock, J., Hermsdorf, M., Wolff, R., Baier, V., et al. (2006). Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes. *Clin J Sport Med.*, 16(5):412-7.
42. Bellenger, C., Thomson, R., Robertson, E., Davison, K., Nelson, M., Karavirta, L., Buckley, J. (2017). The Effect of Functional Overreaching on Parameters of Autonomic Heart Rate Regulation. *Eur J Appl Physiol*, 117(3), 541–50.
43. Bellenger, C., Thomson, R., Davison, K., Robertson, E., Buckley, J. (2021). The Impact of Functional Overreaching on Post-exercise Parasympathetic Reactivation in Runners. *Front Physiol.*, 11.
44. Bishop, P., Jones, E., Woods, A. (2008). Recovery from training: a brief review. *J Strength Cond Res*, 22, 1015–1024.
45. Bosquet, L., Merkari, S., Arvisais, D., Aubert, A. E. (2008). Is Heart Rate a Convenient Tool to Monitor Over-Reaching? A Systematic Review of the Literature. *Br J Sports Med*, 42 (9), 709–14.
46. Castiglioni, P., Parati, G., Civijian, A., Quintin, L., Di Rienzo, M. (2009). Local scale exponents of blood pressure and heart rate variability by detrended fluctuation analysis: effects of posture, exercise, and aging. *IEEE Trans Biomed Eng.*, 56(3):675-84.
47. Cottin, F., Medigue, C., Papelier, Y. (2008). Effect of heavy exercise on spectral baroreflex sensitivity, heart rate, and blood pressure variability in well-trained humans. *Am. J. Physiol. - Heart Circ. Physiol.*, 295(3), H1150- H1155.
48. Dupuy, O. (2018). An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Front Physiol*, 9(403):1-15.
49. Esco, M., Flatt, A. (2014). Ultra-short-term heart rate variability indexes at rest and post-exercise in athletes: evaluating the agreement with accepted recommendations. *J Sports Sci Med.*, 13(3), 535-541.
50. Goldstein, D. (2010). Adrenal responses to stress. *Cell Mol Neurobiol.*, 30(8):1433-40.
51. Guzii, O., Romanchuk, A., Maglyovanyi, A., Trach, V. (2021). Post-loading dynamics of beat-to-beat blood pressure variability in highly trained athletes during sympathetic and parasympathetic overstrain formation. *J Phys Educ Sport*, 21(5):2622-32.
52. Guzii, O., Romanchuk, A. (2018). Determinants of the functional state of sportsmen using heart rate variability measurements in tests with controlled respiration. *J Phys Educ Sport.*, 18(2):715–24.
53. Guzii, O., Romanchuk, A. (2017). Differentiation of hemodynamics of top athletes depending on heart rate variability after training. *J Adv Med Med Res.*, 22(3):1-10.
54. Guzii, O., Romanchuk, A. (2017). Heart rate variability during controlled respiration after endurance training. *J Phys Educ Sport*, 17(203):2024-9.
55. Guzii, O., Romanchuk, A., Mahlovanyi, A., Trach, V. (2019). Polyfunctional express-evaluation criteria of the sportsman organism state. *J Phys Educ Sport*, 19(4):2352-8.
56. Hausswirth, C., Mujika, I. (2013). *Recovery for performance in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
57. Herzig, D., Asatryan, B., Brugger, N., Eser, P., Wilhelm, M. (2018). The Association Between Endurance Training and Heart Rate Variability: The Confounding Role of Heart Rate. *Front Physiol*, 19(9), 756.
58. Karemaker, J. (2017). An introduction into autonomic nervous function. *Physiological Measurement*, 38 (5), R89-R118.
59. Karemaker, J., Wesseling, K. (2008). Variability in Cardiovascular Control: The Baroreflex Reconsidered. *Cardiovasc Eng.*, 8(1):23–9.
60. Kryzhanovsky, G. (2004). Some categories of general pathology and biology: Health, disease, homeostasis, sanogenesis, adaptation, immunity. new approaches and notions. *Pathophysiology*, 11:135-8.
61. Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D.,...Urhausen, A. (2013). European College of Sport Science; American college of Sports Medicine. Prevention, diagnosis, and

- treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*, 45:186–205.
62. Miller, B., Seals, D., Hamilton, K. (2017). A viewpoint on considering physiological principles to study stress resistance and resilience with aging. *Ageing Res. Rev.*, 38:1-5.
  63. Noskin, L., Rubinskiy, A., Romanchuk, A. (2018). Indications of the Level Individual Cardiovascular and Respiratory Homeostasis Using Continuous Spiroarteriocardiorhythmography. *Biomed J Sci Tech Res.*, 6(1).
  64. Pankova, N., Alchinova, I., Cherepov, A., Yakovenko, E., Karganov, M. (2020). Cardiovascular system parameters in participants of arctic expeditions. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 33(6): 819-28.
  65. Pankova, N., Karganov, M. (2018). Changes in the parameters of respiration, blood pressure, heart rate variability, and cardiac performance during adaptation to the conditions of high-latitude marine expedition (Franz Josef land, 2017). *International Journal of Psychophysiology*, 131(S): S91.
  66. Pankova, N., Karganov, M., Nadorov, S. (2008). Analysis of heart rate variability and arterial blood pressure indifferent functional tests in men and women. *Human Physiology*, 34(4): 446-453.
  67. Papaioannou, T., Protogerou, A., Stamatelopoulos, K., Alexandraki, K., Vrachatis, D., Argyris, A., et al. (2020). Very-short-term blood pressure variability: complexities and challenges. *Blood Press Monit.*, 25(5):300.
  68. Parati, G., Stergiou, G., Dolan, E., Bilo, G. (2018). Blood pressure variability: clinical relevance and application. *Journal of Clinical Hypertension*, 20(7):1133-7.
  69. Penáz, J. (1992). Criteria for set point estimation in the volume clamp method of blood pressure measurement. *Physiol Res.*, 41(1):5–10.
  70. Pivovarov, V. (2006). [A spiroarteriocardiorhythmograph]. *Med Tekh*, (1):38-40. (in Russian)
  71. Romanchuk, A. (2013). The Complex Approach to a Multipurpose Estimation of a Sportsmen Condition. In: Karganov My, editor. *Polysystemic approach to school, sport and environment medicine*. 731 Gull Ave, Foster City. CA 94404, US: OMICS Publishing Group; 39–57.
  72. Romanchuk, A. (2013). Estimation of cardiovascular system reactance of sportsmen at use of tests with controlled respiration. *J Heal Sci.*, 3(4):335–48.
  73. Romanchuk, A., Guzii, O., Budzyn, V., Rybchich, I., Rudenko, R. (2021). On The Question Of The Individual Assessment Of The Athletes Body State. *Journal of physical rehabilitation and sports medicine*, 3(1):123-138.
  74. Romanchuk, A., Guzii, O. (2018). Level of Athlete's Health and Blood Pressure Variability. *Biomed J Sci Tech Res.*, 10(3).
  75. Romanchuk, A., Guzii, O. (2019). Features of the Blood Pressure Variability of Athletes with Different Levels of Functional State of the Body. *Journal of Education, Health and Sport*, 9(3):11-20.
  76. Romanchuk, A., Guzii, O. (2020). Variability and Pattern of Spontaneous Respiration in Different Types of Cardiac Rhythm Regulation of Highly Trained Athletes. *Int J Hum Mov Sport Sci.*, 8(6):483-93.
  77. Romanchuk, A., Ovcharek, A., Braslavsky, I. (2006) [Vegetative provision of the cardiorespiratory system of athletes of various specializations]. *Theory and practice of physical culture*, 7:48-50. (in Russian)
  78. Romanchuk, O., Guzii, O. (2020). Peculiarities of Changes in Respiratory Variability under the Influence of Training Load in Athletes with Cardiovascular Overstrain by Sympathetic Type. *Int J Educ Sci.*, 3(2):54.
  79. Rosei, E., Chiarini, G., Rizzoni, D. (2020). How important is blood pressure variability? *Eur Heart J., Suppl.* 22(Suppl E):E1–6.
  80. Shlyk, N. (2016). Management of athletic training taking into account individual heart rate variability characteristics. *Hum Physiol*, 42(6):655-64.
  81. Shubik, Y., Pivovarov, V., Zaytsev, G., Korneev, A., Tihonenko, V., Kormilitsyn, A., Gordeeva, M., Berman, M., Lobov, G., Bondarev, S., Usov, A. (2021). Beat-to-beat blood pressure measurement in patients with atrial fibrillation: a step towards personalized management. *Journal of Arrhythmology*, 28(1): 23-32.
  82. Trukhanov, A., Pankova, N., Khlebnikova, N., Karganov, M. (2007). The Use of Spiroarteriocardiorhythmography as a Functional Test for Estimating the State of the Cardiorespiratory System in Adults and Children. *Human Physiology*, 33(5): 585-94.
  83. Wesseling, K. (1990). Finapres, continuous noninvasive finger arterial pressure based on the method of Peñáz. In: Meyer-Sabellek W., Gotzen R., Anlauf M., Steinfeld L. (eds) "Blood Pressure Measurements". Steinkopff.
  84. Wesseling, K., Karemaker, J., Castiglioni, P., Toader, E., Cividjian, A., Settels, J., Quintin, L., Westerhof, B. (2017). Validity and variability of xBRS: instantaneous cardiac baroreflex sensitivity. *Physiol Rep.*, (22):e13509.

85. Guziy, O.V., Romanchuk, O.P., & Mahlovanyi, A.V. (2020). Peculiarities of the morpho-functional state of athletes with atypical variants of changes in autonomic heart rate regulation in response to physical exertion. *Fizicna Reabilitacia ta Rekreativno-Ozdorovci Tehnologii*. 5(2), 4-10. [https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5\(2\).01](https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5(2).01)
86. Romanchuk, O.P., Volodymyrivna, G.O. (2020). The central level of sensorimotor regulation of athletes during the formation of overstrain cardiovascular system. *Fizicna Reabilitacia ta Rekreativno-Ozdorovci Tehnologii*. 5(1), 41-51. [https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5\(1\).06](https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5(1).06)
87. Guziy O.V., Maglovanyi A.V., Romanchuk O.P., Trach V.M. (2020). The attitude of highly qualified athletes to the means of restoring the body in the conditions of the educational and training process. *Fizicna Reabilitacia ta Rekreativno-Ozdorovci Tehnologii*. 5(3), 12-20. [https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5\(3\).02](https://doi.org/10.15391/prrht.2020-5(3).02)

---

**Відомості про авторів**

---

**Гузій Оксана Володимирівна**, кандидат наук  
з фізичного виховання і спорту, доцент  
Львівський державний університет фізичної  
культури імені Івана Боберського  
м. Львів, Україна.  
[orcid.org/0000-0001-5420-8526](https://orcid.org/0000-0001-5420-8526)  
E-mail: [o.guzij@gmail.com](mailto:o.guzij@gmail.com)

**Guzii Oksana** – Candidate of Science  
(Physical Education and Sport),  
Associate Professor (Ph. D.), Lviv State University  
of Physical Culture named after Ivan Boberskyi  
Lviv, Ukraine  
[orcid.org/0000-0001-5420-8526](https://orcid.org/0000-0001-5420-8526)  
E-mail: [o.guzij@gmail.com](mailto:o.guzij@gmail.com)

**Романчук Олександр Петрович**:  
доктор медичних наук, професор,  
Львівський державний університет фізичної  
культури імені Івана Боберського  
м. Львів, Україна  
[orcid.org/0000-0001-6592-2573](https://orcid.org/0000-0001-6592-2573)  
E-mail: [doclfc@ua.fm](mailto:doclfc@ua.fm)

**Romanchuk Alexander** – Doctor of Medical  
Science, Professor, Lviv State University of  
Physical Culture named after Ivan Boberskyi Lviv,  
Lviv, Ukraine  
[orcid.org/0000-0001-6592-2573](https://orcid.org/0000-0001-6592-2573)  
E-mail: [doclfc@ua.fm](mailto:doclfc@ua.fm)