

## Постнавантажувальна динаміка варіабельності артеріального тиску на кожному серцевому скороченні у висококваліфікованих атлетів

Гузій О.В., Романчук О.П.

Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського,  
Львів, Україна

**Анотація.** З використанням спіроартеріокардіоритмографії (САКР) обстежені 202 висококваліфікованих спортсмена 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 обстеження проводились у передзмагальному періоді.

У відповідності з дизайном 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 ранку після сну (K3). Тривалість кожної реєстрації складала 2 хв. Визначались спектральні параметри варіабельності систолічного (ВСТ) і діастолічного (ВДТ) тиску і їх похідні – барорецепторна чутливість (BR) та індекси централізації серцевого ритму (ІЦСР), систолічного (ІЦСТ) і діастолічного (ІЦДД) тиску. Показано, що показники варіабельності артеріального тиску доповнюють результати дослідження варіабельності серцевого ритму.

**Ключові слова:** варіабельність артеріального тиску на кожному серцевому скороченні, атлети, фізичне навантаження

---

### POST-LOADING DYNAMICS OF BEAT-TO-BEAT BLOOD PRESSURE VARIABILITY IN HIGHLY QUALIFIED ATHLETES

Guzii Oksana, Romanchuk Alexander

Lviv State University of Physical Culture named after Ivan Boberskij

**Summary.** Using Spiroarteriocardiorhythmography (SACR), 202 highly qualified male athletes, aged  $22.6 \pm 2.8$  years, representing acyclic sports: martial arts (karate, taekwondo, kickboxing, boxing, freestyle wrestling, Greco-Roman wrestling, judo, sambo) and games (water polo, football) were examined. Sports experience was  $10.3 \pm 3.1$  years. All studies were carried out in the pre-competition period. In accordance with the design, the examination with the use of SACR were carried out three times: in the morning, on an empty stomach, in a sitting position on the day of training (G1), immediately (in the first 5-7 minutes) after training (G2) and the next day in the morning after sleep (G3). The duration of each registration was 2 minutes. The spectral parameters of the variability of systolic (SBPV) and diastolic (DBPV) pressure and their derivatives – baroreceptor sensitivity (BR) and indices of heart rate centralization (ICHR), systolic (ICSBP) and diastolic (ICDBP) pressures were determined.

It is shown that the indicators of beat-to-beat blood pressure variability complement the results of the study of heart rate variability..

**Key words:** beat-to-beat blood pressure variability, athletes, physical load.

---

**Вступ.** Максимізація діяльності спортсмена є не тільки частиною тренувального процесу, вона також залежить від оптимального балансу між тренуванням і відновленням, що є запорукою попередження дезадаптації [4], яка виникає через накопичення психологічних і фізіологічних стресів, викликаних навчально-тренувальними навантаженнями [1;5;15]. Фізичні навантаження, які є безперечною умовою зростання рівня тренуваності, з іншого боку можуть викликати фізичне перенапруження і супроводжуватись адекватним і неадекватним відновленням [5;35]. В першому випадку, це є умовою зростання тренуваності, а в другому – передумовою формування передпатологічних станів функціонального і нефункціонального перенапруження, а також розвитку перетренованості [4;14]. Нарівні з нервово-м'язовим апаратом, кардіореспіраторною системою, провідна роль у формуванні цих станів належить вегетативній системі (ВНС) [3;5;9;12].

Важливою характеристикою стану організму, а також його гемодинамічного і

вегетативного забезпечення є артеріальний тиск (АТ), який є безперервною фізіологічною змінною, що характеризується вираженими коливаннями, які відбуваються за складної взаємодії нейро-гуморальних факторів з факторами зовнішнього середовища. Будучи гомеостатичними, ці коливання відзначаються у всіх людей [6;7;17;23;39]. При цьому у гіпертоніків вони мають тенденцію до збільшення [6;25;26;32;38]. Варіабельність артеріального тиску (ВАТ) – складне явище, яке сьогодні класифікують за різними типами з урахуванням особливостей і тривалості реєстрації. В клінічній практиці широко застосовуються підходи, які дозволяють реєструвати АТ з використанням метода Короткова та осцилографічним методом. В цьому випадку мінливість АТ реєструється за тривалі проміжки часу, а його варіабельність визначається за рахунок змін значень вимірів у різний час [25;36]. В той же час, останніми роками в практику впроваджуються системи виміру, які дозволяють реєструвати АТ на кожному серцевому скороченні [20;21;23;24;27;41;42]. Створені технічні можливості реєстрації АТ на кожному серцевому скороченні під час стандартного фізичного навантаження [30]. Однак, даний метод поки не отримав значного поширення через обмежене розуміння результатів дослідження, а також достатньо жорсткі умови правильної реєстрації. Проте, даний підхід активно впроваджується з метою прогностичної оцінки аритмій, особливо фібриляцій і тріпотінь передсердь [8;11;37]. Відомі дані дозволяють стверджувати, що варіабельність АТ (ВАТ) при коротких реєстраціях пов'язана з барорецепторними рефlekсами [10;21;40], активністю симпатичної нервової системи [19;20], системою ренін-ангіотензин-альдостерон [12;26], вивільненням оксиду азоту [22] і поведінковими змінами [7;24;34;36]. Тобто, ВАТ може мати важливе значення у визначенні поточного стану організму, що є важливим в діагностиці донозологічних станів. Проведені раніше дослідження ВСТ і ВДТ у атлетів з урахуванням МСК показали їх незначну, проте значущу диференціацію [31;33]. Як в зарубіжних дослідженнях, так і дослідженнях проведених нами були отримані значущі результати при вивченні чутливості барорецепторів [10;16] в стані спокою і за впливу фізичного навантаження [9;10;18].

**Метою дослідження** було визначення змін показників ВАТ у висококваліфікованих атлетів, які відбуваються у постнавантажувальний і відновний періоди.

**Матеріали і методи дослідження.** Для визначення ВАТ використовувався прилад «Спіроартеріокардіоритмограф» (САКР) [29], рекомендований МОЗ України до використання в реабілітаційних установах [2]. В приладі реалізовано поєднання трьох відомих методів фізіологічних досліджень в єдиний апаратний комплекс, який дозволяє досягнути принципово нової якості вимірювань, а саме одночасної реєстрації ВСР та ВАТ на різних фазах дихального акту [13;17].

Реєстрація ЕКГ проводилась в першому стандартному відведенні впродовж 2 хв. Амплітудно-часові параметри PQRST-комплексу і ВСР оцінювали за допомогою статистичних, геометричних і спектральних методів. Розраховували загальну потужність ВСР (TP) і три стандартні складові спектра: понаднижкочастотні коливання (VLF, 0-0,04 Гц), низькочастотні (LF, 0,04-0,15 Гц) і високочастотні (HF, 0,15-0,4 Гц), а також нормалізовані значення для цих величин (LFn, HFn), індекси вегетативного балансу (LF/HF) і централізації ( $IC_{CP}=(VLF+LF)/HF$ ). Розраховувались IBP (індекс вегетативної рівноваги, у.о.), ПАПР (показник адекватності підкоркової регуляції, у.о.), ВПР (вегетативний показник регуляції, у.о.), SI (стрес-індекс, у.о.), SDANN (стандартне відхилення значень кардіоінтервалів, мс), RMSSD (квадратний корінь з суми квадратів різниць величин послідовних пар нормальних інтервалів, мс), рNN50 (відсоток NN50 від

загальної кількості послідовних пар інтервалів, що відрізняються більше ніж на 50 мілісекунд, отриманих за час запису, %). АТ на кожному серцевому скороченні реєстрували на фаланзі середнього пальця руки за методом Пеназа безперервно впродовж 2 хв. Оцінювали, як абсолютні значення систолічного (СТ) і діастолічного (ДТ) тиску, так і ВАТ. Аналогічно з ВСР розраховували загальну потужність спектру систолічного ( $TP_{СТ}$ , мм рт. ст.<sup>2</sup>) і діастолічного ( $TP_{ДТ}$ , мм рт. ст.<sup>2</sup>) тиску і їх частотні складові ( $VLF_{СТ}$ ,  $VLF_{ДТ}$ ,  $LF_{СТ}$ ,  $LF_{ДТ}$ ,  $HF_{СТ}$ ,  $HF_{ДТ}$ ). Також розраховувались індекси вегетативного балансу ( $LF/HF_{СТ}$ ,  $LF/HF_{ДТ}$ ), централізації ( $IЦ_{СТ}$ ,  $IЦ_{ДТ}$ ) і коефіцієнти  $\alpha$  барорецепторної чутливості ( $BR$ ) в низькочастотному і високочастотному діапазонах ( $BR_{LF}$ , мс/мм рт.ст.,  $BR_{HF}$ , мс/мм рт.ст.) [28;40]. Останні визначались як корінь квадратний відношення  $LF$  і  $HF$  серцевого ритму до  $LF_{СТ}$  і  $HF_{СТ}$ , відповідно.

Якщо в цілому охарактеризувати фізіологічне значення показників ВСТ, то їх можна пов'язати з різними регуляторними впливами на скоротливу функцію серця. Фізіологічне значення показників ВДТ більше пов'язано з регуляцією судинного тону.

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

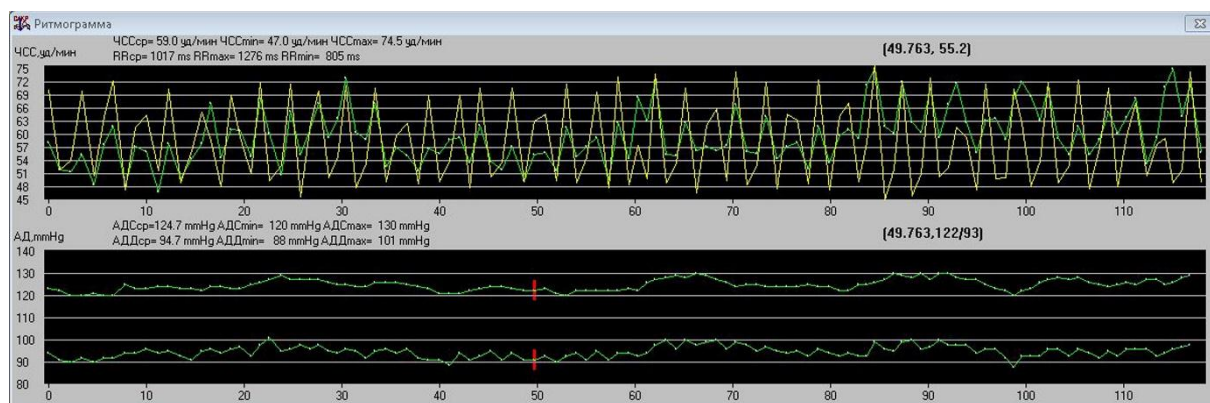


Рис. 1. Ритмограма реєстраційного запису САКР. У верхньому вікні – ритмограми серцевого ритму (зелена) і дихання (жовта). В нижньому – систолічного і діастолічного тиску.

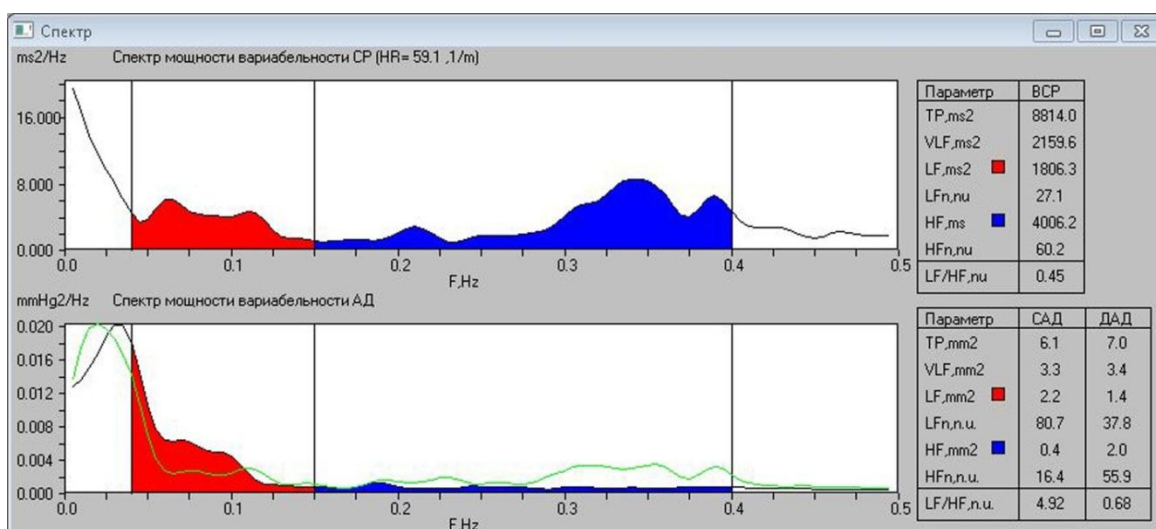


Рис. 2. Спектрограма і аналіз. В верхньому вікні – серцевого ритму, в нижньому – систолічного і діастолічного тиску.

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. Перед обстеженням САКР проводилось морфометричне дослідження і рутинний вимір АТ методом Короткова. За отриманими даними проводився розрахунок низки індексів, що характеризують функціональний стан кардіореспіраторної системи і організму в цілому – індекс Кердо (ІК), подвійний добуток (ПД), адаптаційний потенціал Баєвського (АП), рівень фізичного стану за Пироговою (РФС).

Статистичний аналіз. Отримані дані представлені у вигляді медіани з перцентилями 25-75% ( $Q_1$ ;  $Q_3$ ). Відмінності між початковими і наступними вимірами визначали за допомогою непараметричного тесту Вілкоксона (Wilcoxon matched-pairs test).

**Результати дослідження.** Характеристика морфофункціональних параметрів, визначених перед тренувальним навантаженням ( $K_1$ ), представлена в табл.1. Слід відзначити достатньо високий рівень фізичного розвитку всієї групи атлетів за всіма параметрами. Доповнюють отримані дані результати рутинних вимірів параметрів серцево-судинної системи і визначення різних інтегральних показників стану організму, розрахованих за відомими формулами. Згідно відомих даних, за всіма згаданими параметрами рівень функціонального стану кардіореспіраторної системи висококваліфікованих атлетів можна охарактеризувати як високий або вище середнього.

**Таблиця 1.**

**Морфо-функціональні особливості спортсменів у вихідному стані,  $M (Q_1; Q_3)$**

Показник	Значення
Маса тіла, кг	72,0 (62,0; 82,0)
Довжина тіла, см	179,0 (170,0; 185,0)
ІМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$	22,5 (20,9; 25,2)
Площа тіла, $\text{м}^2$	1,92 (1,74; 2,04)
ОГК (спокій), см	96,0 (91,0; 101,0)
Екскурсія, см	7,0 (5,0; 8,0)
Обвід черева, см	78,0 (74,0; 86,5)
Обвід стегна, см	52,0 (48,0; 56,5)
СІ, %	64,4 (59,5; 68,9)
ЖЄЛ, мл	4800 (4400; 5600)
нЖЄЛ, мл	4438 (4215; 4637)
ЖІ, мл/кг	67,9 (61,9; 73,1)
Вміст жиру, %	11,8 (8,7; 18,1)
СТ, мм рт.ст.	120 (110; 130)
ДТ, мм рт.ст.	70 (64; 80)
Індекс Кердо	-0,19 (-0,35; -0,05)
Подвійний добуток	71,8 (64,6; 81,8)
АП Баєвського	2,02 (1,87; 2,25)
РФС за Пироговою	0,746 (0,672; 0,822)

Зміни параметрів спектрального аналізу ВСТ та ВДТ (табл. 2, 3) показали



( $K_2$ ), що істотно та значуще ( $p < 0,01$ ) змінюються тільки показники низькочастотних впливів на СТ та ДТ ( $LF_{СТ}$ , мм рт.ст.<sup>2</sup> та  $LF_{ДТ}$ , мм рт.ст.<sup>2</sup>), а також показники пов'язані з ними.

**Таблиця 2**

**Зміни показників ВСТ у атлетів за впливу тренувального навантаження і в період відновлення після нього,  $M(Q_1; Q_3)$**

Показник	$K_1$	$K_2$	$K_3$
$TP_{СТ}$ , мм рт.ст. <sup>2</sup>	18,5 (11,6; 32,5)	25,0 (11,6; 42,3)*	17,6 (9,6; 33,6)
$VLF_{СТ}$ , мм рт.ст. <sup>2</sup>	6,8 (3,2; 14,4)	6,3 (2,0; 11,6)	4,8 (2,3; 10,2)
$LF_{СТ}$ , мм рт.ст. <sup>2</sup>	3,6 (2,3; 7,3)	7,8 (2,9; 16,0)**	5,3 (2,0; 11,6)
$LF_{СТп}$ , н.о.	45,2 (30,7; 61,1)	61,2 (41,8; 75,8)**	47,5 (31,2; 69,1)
$HF_{СТ}$ , мм рт.ст. <sup>2</sup>	4,4 (2,6; 8,4)	4,4 (2,6; 9,0)	4,4 (2,0; 8,4)
$HF_{СТп}$ , н.о.	51,0 (34,3; 62,4)	35,6 (21,8; 54,3)*	48,8 (27,6; 62,6)
$LFHF_{СТ}$ , мм рт.ст. <sup>2</sup> / мм рт.ст. <sup>2</sup>	0,87 (0,48; 1,69)	1,77 (0,77; 3,50)**	0,98 (0,49; 2,50)

-  $p < 0,05$ , \*\* -  $p < 0,01$ , між  $K_2$  та  $K_1$

При цьому HF та VLF впливи за абсолютними значеннями залишаються незмінними. Тобто, характерними змінами при виконанні фізичних навантажень є збільшення LF (симпатичних) впливів на скоротливу функцію серця та судинний тонус. Останнє відображається на показнику  $TP_{СТ}$  (мм рт.ст.<sup>2</sup>), який значуще збільшується при  $K_2$ , проте, майже не відображається на показнику  $TP_{ДТ}$  (мм рт.ст.<sup>2</sup>).

**Таблиця 3**

**Зміни показників ВДТ у атлетів за впливу тренувального навантаження і в період відновлення після нього,  $M(Q_1; Q_3)$**

Показник	$K_1$	$K_2$	$K_3$
$TP_{ДТ}$ , мм рт.ст. <sup>2</sup>	7,3 (4,8; 12,9)	7,8 (5,3; 16,8)	7,3 (4,0; 10,9)
$VLF_{ДТ}$ , мм рт.ст. <sup>2</sup>	2,9 (1,4; 5,3)	2,3 (1,0; 4,4)	2,3 (1,2; 4,0)
$LF_{ДТ}$ , мм рт.ст. <sup>2</sup>	2,3 (1,2; 4,0)	3,6 (2,3; 6,8)**	2,3 (1,2; 4,8)
$LF_{ДТп}$ , н.о.	59,9 (43,5; 74,5)	78,5 (59,6; 88,4)**	64,5 (50,3; 79,2)
$HF_{ДТ}$ , мм рт.ст. <sup>2</sup>	1,4 (0,6; 2,6)	1,0 (0,5; 2,0)	1,0 (0,6; 1,7)
$HF_{ДТп}$ , н.о.	31,3 (18,7; 48,4)	18,1 (10,4; 37,0)**	29,8 (15,9; 39,7)
$LFHF_{ДТ}$ , мм рт.ст. <sup>2</sup> / мм рт.ст. <sup>2</sup>	2,07 (0,85; 3,72)	4,37 (1,61; 8,59)**	2,10 (1,28; 5,20)

-  $p < 0,05$ , \*\* -  $p < 0,01$ , між  $K_2$  та  $K_1$

З цих позицій також заслуговують на увагу індивідуальні варіанти змін показників  $VLF_{СТ}$  (мм рт.ст.<sup>2</sup>),  $VLF_{ДТ}$  (мм рт.ст.<sup>2</sup>), а також  $HF_{СТ}$  (мм рт.ст.<sup>2</sup>) та  $HF_{ДТ}$  (мм рт.ст.<sup>2</sup>), які можуть характеризувати перенапруження або свідчити про погіршення регуляторних впливів на скорочувальну функцію серця та судинний тонус. Інформативним, на нашу думку, може бути визначення та характеристика варіантів, які виходять за вказані межі. Більшу інформацію щодо перенапруження регуляторних впливів на скоротливу функцію серця надає показник  $TP_{СТ}$  (мм рт.ст.<sup>2</sup>), який характеризує загальну потужність впливів. Він, як відомо, збільшується при погіршенні функціонального стану організму, в першу чергу, пов'язаному з підвищенням АТ [16]. В той же час, він може свідчити про підвищення варіативності УО серця, що може негативно впливати на транспортну функцію кровоносної системи та забезпечення органів та тканин в умовах підвищення енергетичних та пластичних потреб.

Істотними, за впливу тренувального навантаження, виявились зміни інтегральних показників серцево-судинної системи, які характеризують взаємовідносини різних регуляторних складових серцевого ритму ( $IC_{CP}$ ) і артеріального тиску ( $IC_{СТ}$ ,  $IC_{ДТ}$ ), а також барорецепторної регуляції ритму серця і

його скоротливої функції ( $BR_{LF}$ ,  $BR_{HF}$ ) [40] (табл.4).

Таблиця 4

**Зміни інтегральних показників серцево-судинної системи у атлетів за впливу тренувального навантаження і в період відновлення після нього,  $M(Q_1; Q_3)$**

Показник	$K_1$	$K_2$	$K_3$
$I\Omega_{CP}$	0,91 (0,56; 2,43)	2,05 (1,02; 4,15)**	1,21 (0,65; 2,62)
$I\Omega_{CT}$	2,92 (1,43; 5,69)	3,73 (1,86; 7,78)*	2,88 (1,13; 6,42)
$I\Omega_{DT}$	4,63 (2,33; 10,07)	8,37 (4,14; 13,68)*	4,74 (2,79; 11,94)
$BR_{LF}$	17,5 (11,2; 27,8)	10,0 (5,0; 17,2)**	18,0 (12,8; 29,0)
$BR_{HF}$	25,3 (12,8; 38,5)	10,8 (5,6; 20,8)**	22,2 (12,7; 38,4)

\* -  $p < 0,05$ , \*\* -  $p < 0,01$ , між  $K_2$  та  $K_1$

Проте, у відновлювальний період за всіма параметрами вони не відрізнялись від вихідних.

**Обговорення результатів.** Для більшої демонстративності змін показників ВАТ в табл. 6 схематично представлені значущі відмінності напрямків динамічних змін у порівнянні з вихідним станом ( $K_1$ ). Така демонстрація результатів надає можливість візуалізувати значущі динаміки показників ВАТ. Для кожного показника представлений напрямок (Н) змін: збільшення ( $\uparrow$ ), зменшення ( $\downarrow$ ), або відсутність значущих змін ( $=$ ), підтверджені критерієм Вілкоксона з різною вірогідністю (+ –  $p < 0,05$ , ++ –  $p < 0,01$ ). При цьому аналізуються відмінності між вимірами після тренувального навантаження у порівнянні з вихідними даними ( $K_2$ - $K_1$ ), а також відмінності між вимірами наступного ранку у порівнянні з вихідними даними ( $K_3$ - $K_1$ ). Тобто, у табл. 5 представлені напрямки змін показників ВАТ, які характеризують вплив фізичних навантажень, і змін, які відображають процес відновлення. З метою порівняння в ній також представлені динаміки показників ВСР (ІВР, у.о., ПАПР, у.о., RMSSD, мс, VLF, мс<sup>2</sup>), які в найбільшому ступені дозволили охарактеризувати та диференціювати вплив навантажень у попередньому дослідженні [1].

Вплив фізичних навантажень на скоротливу функцію серця (за показниками ВСТ) характеризується підвищенням активності впливів на міокард в низькочастотному діапазоні, що погоджується з підвищенням активності симпатичної гілки ВНС, яка залишається збільшеною, проте менш значуще, наступного після тренування ранку. Аналогічно збільшуються впливи у низькочастотному діапазоні на судинний тонус, які наступного після тренування ранку залишаються переважними, проте тільки відносно. Інші показники ВАТ повертаються до вихідних значень.

Таблиця 5.

**Узагальнення змін показників ВСТ та ВДТ атлетів у постнавантажувальний та відновний періоди**

Показник	$K_2 - K_1$		$K_3 - K_1$	
	Н	р	Н	р
ІВР, у.о.	$\uparrow$	++	=	
ПАПР, у.о.	$\uparrow$	++	=	
RMSSD, мс	$\downarrow$	++	$\uparrow$	+
VLF, мс <sup>2</sup>	$\downarrow$	++	=	
TP <sub>CT</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>	$\uparrow$	+	=	
VLF <sub>CT</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>	=		=	
LF <sub>CT</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>	$\uparrow$	++	$\uparrow$	+
LF <sub>CTn</sub> , н.о.	=		=	
HF <sub>CT</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>	=		=	

HF <sub>CTn</sub> , н.о.	↓	+	=	
LFHF <sub>CT</sub> , у.о.	↑	++	=	
TP <sub>DT</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>	=		=	
VLF <sub>DT</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>	=		=	
LF <sub>DT</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>	↑	++	=	
LF <sub>DTn</sub> , н.о.	↑	++	↑	+
HF <sub>DT</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup>	=		=	
HF <sub>DTn</sub> , н.о.	↓	++	=	
LFHF <sub>DT</sub> , у.о.	↑	++	=	
ІЦСР, у.о.	↑	++	=	
ІЦ <sub>CT</sub> , у.о.	↑	+	=	
ІЦ <sub>DT</sub> , у.о.	↑	+	=	
BR <sub>LF</sub> , мс/мм рт.ст.	↓	++	=	
BR <sub>HF</sub> , мс/мм рт.ст.	↓	++	=	

Тобто, нарівні з показником BCP – RMSSD (мс), який характеризує швидкість відновлення регуляторних впливів на серцевий ритм, показники BAT – LF<sub>CT</sub> (мм рт.ст<sup>2</sup>) та LF<sub>DTn</sub> (н.о.) можуть доповнювати дані щодо перебігу відновних процесів, які відбуваються в регуляції скоротливої функції серця та судинного тону.

Достатньо інформативним також є те, що показник загального регуляторного впливу на судинний тонус (TP<sub>DT</sub>, мм рт.ст<sup>2</sup>) у атлетів істотно за впливу тренувальних навантажень не змінюється та знаходиться на вихідному рівні.

В цілому, складність інтерпретації отриманих результатів зумовлена багатьма механізмами спрямованими на підтримку системної гемодинаміки. Однак відзначені особливості підбудови регуляторних впливів можуть дозволити у майбутньому допомогти розкрити більш тонкі механізми, що лежать в основі негативних реакцій на фізичне навантаження.

**Висновки.** Проведені дослідження дозволили встановити, що параметри варіабельності систолічного і діастолічного тиску доповнюють результати аналізу варіабельності серцевого ритму. А саме:

1. Фізичне навантаження приводить до збільшення регуляторних впливів на скоротливу функцію серця (TPCT) за рахунок підвищення активності низькочастотної складової (LFCT). Останнє може бути однією з передумов зниження чутливості барорецепторів (BRLF).

2. Фізичне навантаження не приводить до істотного збільшення загальних регуляторних впливів на судинний тонус (TPDT), не дивлячись на істотне підвищення впливів у низькочастотному діапазоні (LFDТ).

3. Наступного після тренування ранку відзначається істотне проте менше значне переважання низькочастотних впливів на скоротливу функцію серця (LFCT), що може відобразити перебіг відновних процесів у міокарді.

4. Наступного після тренування ранку відзначається істотне проте менше значне відносно переважання низькочастотних впливів на судинний тонус (LFDn), що може засвідчувати перебіг процесів відновлення периферичного кровообігу.

## Список використаної літератури

1. 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. doi: 10.21802/artm.2020.4.16.28
2. Паненко А, Бабов К, Носкін Л, Романчук О, Пивоваров В. (2006). *Спіроартеріокардіоритмографія як поліфункціональний метод дослідження кардіореспіраторної системи у реабілітаційних установах*. Методичні рекомендації МОЗ України. Київ.
3. Романчук О, Гузій О. (2020). Сучасні підходи до об'єктивізації функціонального стану організму спортсменів при поточних обстеженнях. *Фізична реабілітація та рекреаційно-оздоровчі технології*. 5(1): 8-18.
4. 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. doi: 10.1097/01.jsm.0000244610.34594.07
5. 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. doi: 10.3389/fphys.2020.614765
6. 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. doi: 10.1109/TBME.2008.2005949
7. Cherepov A, Pozdeeva D, Arkhipova E. (2014). The Choice of Informative Parameters of the Cardiovascular System for Assessment of Physiological Effects of Hypogravity. *American Journal of Life Sciences. Special Issue: Space Flight Factors: From Cell to Body*, 5(1-2):48-57. doi: 10.11648/j.ajls.s.2015030102.18
8. Corino V, Lombardi F, Mainardi L. (2014). Blood pressure variability in patients with atrial fibrillation. *Auton Neurosci*. 185:129-33. doi: 10.1016/j.autneu.2014.08.002
9. Cottin F, Papelier Y, Escourrou P. (1999). Effects of exercise load and breathing frequency on heart rate and blood pressure variability during dynamic exercise. *Int J Sports Med*. 20(4):232–8. doi: 10.1055/s-2007-971123
10. Fadel P. (2008). Arterial baroreflex control of the peripheral vasculature in humans: rest and exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 40(12):2055-62. doi: 10.1249/MSS.0b013e318180bc80
11. Feenstra R, Allaart C, Berkelmans G, Westerhof B, Smulders Y. (2018). Accuracy of oscillometric blood pressure measurement in atrial fibrillation. *Blood Press Monit*. 23(2):59–63. doi: 10.1097/MBP.0000000000000305
12. Goldstein D. (2010). Adrenal responses to stress. *Cell Mol Neurobiol*. 30(8):1433–40. doi: 10.1007/s10571-010-9606-9
13. 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. doi: 10.7752/jpes.2018.02105
14. 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. doi: 10.9734/JAMMR/2017/33619
15. Guzii O, Romanchuk A. (2017). Heart rate variability during controlled respiration after endurance training. *J Phys Educ Sport*. 17(203):2024-9. doi: 10.7752/jpes.2017.03203
16. Guzii O, Romanchuk A. (2017). Multifunctional determinants of athletes' health. *J Med Heal Res*. 2(1):12–21.
17. 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. doi: 10.7752/jpes.2019.04356
18. Guziy O, Romanchuk A. (2016). Sensitivity of arterial baroreflex in the terms of body recovery after training load. *Zaporozhye Medical Jour*. 3(96):24-30. (In Ukrainian). doi: 10.14739/2310-1210.2016.3.76922



19. Incognito A, Samora M, Shepherd A, Cartafina R, Guimarães G, Daher M, et al. (2020). Arterial baroreflex regulation of muscle sympathetic single-unit activity in men: influence of resting blood pressure. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 318(4):H937-46. doi: 10.1152/ajpheart.00700.2019
20. Karemaker J, Wesseling K. (2008). Variability in Cardiovascular Control: The Baroreflex Reconsidered. *Cardiovasc Eng.* 8(1):23–9. doi: 10.1007/s10558-007-9046-4
21. Kishi T. (2018). Baroreflex failure and beat-to-beat blood pressure variation. *Hypertens Res.* 41(8):547–52. doi: 10.1038/s41440-018-0056-y
22. Lacchini S, Ferlin E, Moraes R, Ribeiro J, Irigoyen M. (2001). Contribution of nitric oxide to arterial pressure and heart rate variability in rats submitted to high-sodium intake. *Hypertens (Dallas, Tex 1979).* 38(3):326–31. doi: 10.1161/hy0901.091179
23. 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). doi: 10.26717/BJSTR.2018.06.001309
24. 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. doi: 10.1097/MBP.0000000000000464
25. Parati G, Ochoa J, Lombardi C, Bilo G. (2015). Blood pressure variability: assessment, predictive value, and potential as a therapeutic target. *Curr Hypertens Rep.* 17:537. doi: 10.1007/s11906-015-0537-1
26. Parati G., Stergiou G., Dolan E., Bilo G. (2018). Blood pressure variability: clinical relevance and application. *Journal of Clinical Hypertension.* 20(7):1133-7. doi:10.1111/jch.13304
27. Penáz J. (1992). Criteria for set point estimation in the volume clamp method of blood pressure measurement. *Physiol Res.* 41(1):5–10. PMID: 1610779
28. Pinna G, Maestri R, Mortara A. (1996). Estimation of arterial blood pressure variability by spectral analysis: comparison between Finapres and invasive measurements. *Physiol Meas.* 17(3):147–69. doi: 10.1088/0967-3334/17/3/002
29. Pivovarov V. (2006). [A spiroarteriocardiorhythmograph]. *Med Tekh.* (1):38–40. (in Russian) PMID: 16610287
30. Pivovarov V, Zaytsev G, Sizov V. (2013). [Adaptive stress-testing system SAKR-VELO]. *Med Tekh.* (2):9–12. (in Russian) PMID: 26477088
31. Romanchuk A, Guziy O. (2018). Level of Athlete's Health and Blood Pressure Variability. *Biomed J Sci Tech Res.* 10(3). doi: 10.26717/BJSTR.2018.10.001943
32. Romanchuk A, Shtanko V, Bekalo I. (2019). Lizinopril Monotherapy and Sensitivity of the Baroreflex in Patients with Hypertension. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS).* 18(1):74-79. doi: 10.9790/0853-1801127479
33. 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. doi: 10.5281/zenodo.2582406
34. 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. doi: 10.13189/saj.2020.080622
35. 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)
36. Rosei EA, Chiarini G, Rizzoni D. (2020). How important is blood pressure variability? *Eur Heart J Suppl.* 22(Suppl E):E1–6. doi: 10.1093/eurheartj/suaa061
37. 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. doi: 10.35336/VA-2021-1-23-32.
38. Schillaci G, Bilo G, Pucci G, Laurent S, Macquin-Mavier I, Boutouyrie P, et al. (2012). Relationship Between Short-Term Blood Pressure Variability and Large-Artery Stiffness in Human Hypertension. *Hypertension.* 60(2):369–77. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.112.197491

39. Ternovoy K, Romanchuk A, Sorokin My, Pankova N. (2012). Characteristics of the functioning of the cardio-respiratory system and autonomic regulation in para-athletes with spinal injury. *Hum Physiol.* 38(4):410-5. doi: 10.1134/S0362119712040147
40. Tkaczyszyn M, Rydlewska A, Ponikowska B, Borodulin-Nadzieja L, Banasiak W, Ponikowski P, et al. (2013). [Arterial baroreflex-physiological role and assessment of functioning]. *Pol Merkur Lekarski.* 35(206):104-10. (in Polish) PMID: 24052991
41. 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.
42. 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. doi: 10.14814/phy2.13509

---

**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  
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  
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  
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,  
Ukraine  
orcid.org/0000-0001-6592-2573  
E-mail: [doclfc@ua.fm](mailto:doclfc@ua.fm)