



УДК 796.072.2

ДИНАМІКА СТАНУ ВЕГЕТАТИВНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ РИТМУ СЕРЦЯ У СПОРТСМЕНІВ-ЄДИНОБОРЦІВ В УМОВАХ ОРТОСТАЗУ

Л. Г. Коробейнікова¹, Г. В. Коробейніков², О. К. Дудник³

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка
пр-т акад. Глушкова, 2, корп. 12, Київ 03022, Україна

²Національний університет фізичного виховання і спорту України
вул. Фізкультурна, 1, Київ 03680, Україна
e-mail: lesia.66@mail.ru

³Білоцерківський національний аграрний університет
вул. Росьова, 13а, Біла Церква 09100, Україна

Проведено дослідження функціонального стану спортсменів в умовах ортостатичного навантаження. Обстежено 29 спортсменів-єдиноборців високої кваліфікації. Вегетативна регуляція ритму серця оцінювалася за допомогою кардіомонітора „Polar RS800CX”. Результати досліджень свідчать, що у спортсменів із оптимальною реакцією та помірним напруженням регуляції ритму виявляється переважання низькочастотного спектра ритму серця в умовах ортостатичного навантаження.

Ключові слова: функціональні стани, спортсмени, вегетативна регуляція ритму серця.

ВСТУП

Одним із ключових компонентів психофізіологічного стану людини в умовах напруженої м'язової діяльності є система вегетативної регуляції ритму серця. Існує багато різних підходів до виявлення характеру реагування системи регуляції кардіоінтервалів на відповідні навантаження [1, 2]. Однак в умовах поточного контролю за станом спортсмена найбільш поширеними залишаються тести із навантаженнями, зокрема, із ортостатичним навантаженням [3].

В умовах переходу з горизонтального положення у вертикальне зменшується надходження крові до правих відділів серця; при цьому знижується хвилинний об'єм крові. Як наслідок знижується артеріальний тиск, що є сильним подразником для механорецепторів різних барорефлекторних зон. Першим із усіх механізмів підтримки артеріального тиску реагує механізм барорефлекторної регуляції.

Серед найбільш поширених підходів до аналізу активної ортостатичної проби найбільш інформативним, безперечно, є спектральний аналіз ритму серця й аналіз скатерограми [4, 5]. При аналізі ортостатичної проби необхідно враховувати той

факт, що перехідні процеси регуляції ритму серця, які виникають під час навантаження, є нестационарними. Виходячи з цього, при аналізі даних процесів використовуються непараметричні методи, одним із яких є скатерограма.

Метою роботи було дослідити динаміку стану вегетативної регуляції ритму серця у спортсменів-єдиноборців в умовах ортостатичного навантаження.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для виявлення відповідних функціональних станів було проведено ортостатичну пробу серед 29 спортсменів високої кваліфікації (членів збірної команди України з греко-римської боротьби), які мають високий рівень адаптації до напруженої м'язової діяльності.

Кожен із обстежених спортсменів перед початком дослідження заповнював анкету, яка містить питання стосовно згоди чи незгоди на використання результатів етапного дослідження у наукових цілях. Від усіх спортсменів отримано письмову згоду на проведення досліджень, згідно з рекомендаціями до етичних комітетів з питань біомедичних досліджень [6].

Вегетативну регуляцію оцінювали за показниками статистичного аналізу варіабельності ритму серця. Для цього використовували кардіомонітор „Polar RS800CX”. Реєструвалися параметри вегетативної регуляції ритму серця та результати спектрального аналізу у спортсменів. Отримані дані було представлено у протоколі за допомогою статистичної програми „KubiosHRV” (рис. 1). Аналіз варіабельності ритму серця проводили лежачи 5 хв і за 5 хв після переходу людини у вертикальне положення.

Статистичний аналіз здійснювали за допомогою програмного пакету Statgraphics 5.1 (Manugistics, Inc.). Через те, що обстежувана вибірка не підпадала під нормальний розподіл за показниками, які вивчалися, було застосовано методи непараметричної статистики за допомогою критерію знакових рангових сум Вілкоксона [7]. Для демонстрації розподілу даних використовували інтерквартильний розмах, вказуючи першу квартиль (25% перцентиль) і третю квартиль (75%).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХНЄ ОБГОВОРЕННЯ

Згідно з існуючими уявленнями, аналіз скатерограми RR-інтервалів дає інформацію про періодичні (переважно повільні) й аперіодичні (випадкові) коливання ритму серця [4, 5]. Активність періодичних повільних коливань ритму серця відображає повздовжню частку осі скатерограми (показник SD2). Випадкові аперіодичні коливання кардіоінтервалів представлені поперечною віссю скатерограми (показник SD1). Стосовно фізіологічного механізму природи виникнення відповідних коливань, то показник SD1 відображає симпатичну, а показник SD2 парасимпатичну активацію вегетативної регуляції ритму серця. Крім того, відношення показника SD1 до показника SD2 відображає переважання симпатичного тону над парасимпатичним, в умовах зовнішніх впливів.

За попереднім аналізом системи варіабельності ритму серця нами було визначено та запропоновано шкалу, за якою зроблено розподіл відповідних реакцій на ортостатичне навантаження: оптимальна, помірне напруження та перенапруження (табл.1).

Основним критерієм, покладеним у відповідну класифікацію реакцій регуляції ритму, було визначено середнє квадратичне відхилення RR-інтервалів. За даними

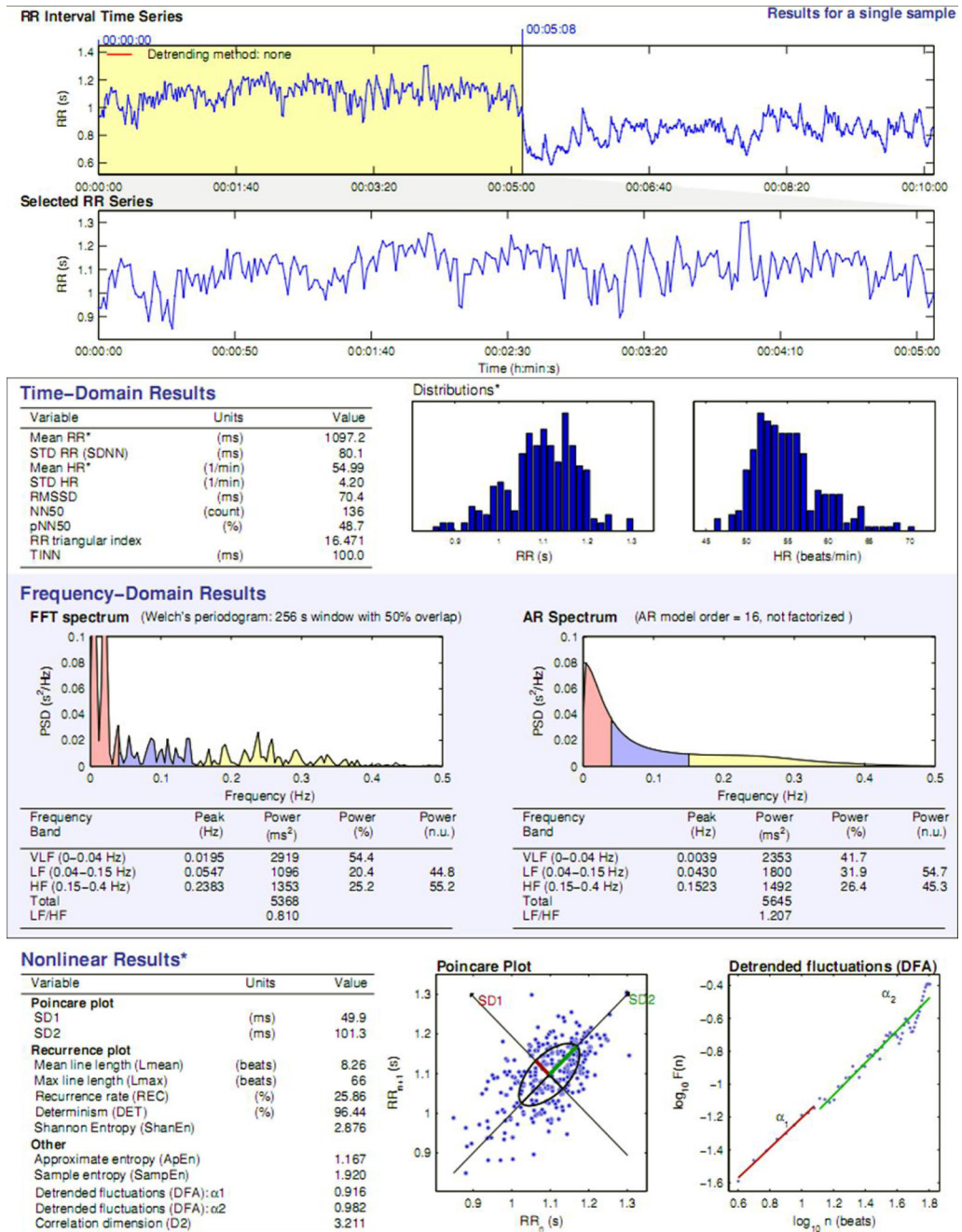


Рис. 1. Протокол дослідження варіабельності ритму серця у спортсменів

Fig. 1. The protocol study of heart rate variability in athletes

деяких авторів, середнє квадратичне відхилення RR-інтервалів відображає ступінь напруження регуляції ритму серця як сумарного впливу обох відділів вегетативної регуляції на пазухо-передсердний вузол серця [1, 3].

Таблиця 1. Тип реакції системи вегетативної регуляції ритму серця на ортостатичне навантаження

Table 1. Classification system of responses of autonomic regulation of heart rate on the orthostatic load

Тип реакції регуляції ритму серця	Середнє квадратичне відхилення RR-інтервалів, с
Оптимальна	$\geq 0,075$
Помірне напруження	0,053
Перенапруження	$\leq 0,022$

Дослідження виявили 34% спортсменів, які мали оптимальний тип реакції ритму серця на ортостатичне навантаження, 52% спортсменів – помірне напруження регуляції ритму серця, 14% – перенапруження регуляції ритму серця.

Проведений аналіз статистичних параметрів кардіоінтервалів свідчить, що характер реакції ритму серця на ортостатичне навантаження визначається ступенем напруження регуляторних систем (табл. 2).

Таблиця 2. Значення параметрів вегетативної регуляції ритму серця у спортсменів із різною реакцією на ортостатичне навантаження (медіана, верхній і нижній квартиль, n=29)

Table 2. Parameter values of vegetative regulation of heart rate in athletes with different response to the orthostatic stress

Показники	Тип реакції регуляції ритму серця		
	Оптимальна	Помірне напруження	Перенапруження
У горизонтальному положенні			
Середня тривалість RR-інтервалів, с	0,92 0,89; 1,130	0,91 0,800; 0,95	0,75*** 0,61; 0,89
Середнє квадратичне відхилення RR-інтервалів, с	0,070 0,063; 0,074	0,058* 0,041; 0,084	0,030*** 0,022; 0,048
У вертикальному положенні			
Середня тривалість RR-інтервалів, с	0,79 0,72; 0,84	0,72 0,64; 0,86	0,69* 0,62; 0,90
Середнє квадратичне відхилення RR-інтервалів, с	0,05 0,05; 0,07	0,04 0,02; 0,05	0,02* 0,02; 0,04

Примітки: * – $P < 0,05$, порівняно із групою спортсменів з оптимальною реакцією регуляції ритму серця;
** – $P < 0,05$, порівняно із групою спортсменів з помірним напруженням регуляції ритму серця.

Comments: * – $P < 0,05$, compared with a group of athletes with optimal regulation of heart rate response;
** – $P < 0,05$, compared with a group of athletes with moderate stress response regulation of heart rhythm.

За даними спектрального аналізу виявлено переважання наднизькочастотного спектра ритму серця у осіб з оптимальною реакцією та помірним напруженням на ортостатичне навантаження. Цей факт вказує на більшу активацію симпатичного тону вегетативної нервової системи (табл. 3).

У осіб із реакцією перенапруження на ортостатичне навантаження виявляється переважання наднизькочастотних компонентів за рахунок симпатичного впливу на пазухо-передсердний вузол серця (табл. 3). Цей факт відображає вплив центральних механізмів енергометаболічного обміну в горизонтальному стані.

Таблиця 3. Значення параметрів спектрального аналізу серцевого ритму у спортсменів із різною реакцією на ортостатичне навантаження (медіана, верхній і нижній кuartиль, n=29)

Table 3. Parameter values of spectral analysis of heart rate in athletes with different response to the orthostatic stress

Показники	Тип реакції регуляції ритму серця		
	Оптимальна	Помірне напруження	Перенапруження
У горизонтальному положенні			
Наднизькочастотний спектр, мс ² (VLF)	22,00 5,00; 37,00	8,00* 3,00; 21,00	8,00* 1,00; 16,50
Низькочастотний спектр, мс ² (LF)	43,50 14,00; 62,00	13,00* 9,00; 34,00	4,00*** 2,50; 19,50
Високочастотний спектр, мс ² (HF)	35,00 31,00; 52,00	7,00* 3,00; 17,00	2,00*** 0,50; 7,50
Відношення LF/HF	1,08 0,71; 1,34	2,04 1,03; 2,77	4,28* 2,10; 8,73
У вертикальному положенні			
Наднизькочастотний спектр, мс ² (VLF)	4,00 1,00; 13,00	1,00* 2,00; 22,00	0,50* 2,00; 3,00
Низькочастотний спектр, мс ² (LF)	9,00 2,00; 12,00	9,00 2,00; 41,00	1,50*** 1,00; 12,00
Високочастотний спектр, мс ² (HF)	2,50 2,00; 3,00	1,00 1,00; 5,00	1,00 1,00; 3,50
Відношення LF/HF	3,87 1,27; 5,46	5,43* 2,56; 9,83	3,35** 2,74; 5,64

Примітки: * – P<0,05, порівняно із групою спортсменів з оптимальною реакцією регуляції ритму серця;
** – P<0,05, порівняно із групою спортсменів з помірним напруженням регуляції ритму серця.

Comments: * – P<0,05, compared with a group of athletes with optimal regulation of heart rate response;
** – P<0,05, compared with a group of athletes with moderate stress response regulation of heart rhythm.

У вертикальному стані виявлено переважання низькочастотного спектра ритму серця у осіб з оптимальною реакцією та помірним напруженням на ортостатичне навантаження. Однак у цих спортсменів простежується зростання щільності високочастотного спектра потужності ритму серця. Цей факт вказує на активацію парасимпатичного тону вегетативної нервової системи (табл. 3).

У осіб із реакцією перенапруження на ортостатичне навантаження виявляється переважання низькочастотних компонентів за рахунок симпатичного впливу на пазухо-передсердний вузол серця (табл. 3).

У табл. 4 наведено середні значення параметрів SD1 і SD2 у спортсменів із різною реакцією на ортостатичне навантаження в горизонтальному та вертикальному стані.

Таблиця 4. Значення параметрів SD1 і SD2 у спортсменів із різною реакцією на ортостатичне навантаження (медіана, верхній і нижній квартиль, n=29)

Table 4. The values of SD1 and SD2 parameters in athletes with different response to the orthostatic stress

Показники	Тип реакції регуляції ритму серця		
	Оптимальна	Помірне напруження	Перенапруження
У горизонтальному положенні			
SD1, мс ²	56,40 55,20; 60,30	33,00* 15,20; 48,10	16,35** 9,15; 31,25
SD2, мс ²	113,90 73,00; 115,20	79,40* 65,00; 104,30	54,00*** 50,70; 70,30
У вертикальному положенні			
SD1, мс ²	32,65 23,50; 37,40	19,60* 14,20; 24,90	10,50*** 7,60; 21,60
SD2, мс ²	100,45 82,60; 149,50	64,70* 55,60; 72,10	38,30*** 36,40; 60,20

Примітки: * – P<0,05, порівняно із групою спортсменів з оптимальною реакцією регуляції ритму серця;
** – P<0,05, порівняно із групою спортсменів з помірним напруженням регуляції ритму серця.

Comments: * – P<0,05, compared with a group of athletes with optimal regulation of heart rate response;
** – P<0,05, compared with a group of athletes with moderate stress response regulation of heart rhythm.

Проведений аналіз засвідчив, що спостерігається тенденція до зниження абсолютних значень SD1 та SD2 у горизонтальному стані, залежно від погіршення реакції ритму серця на ортостатичне навантаження (табл. 4). Виявлено, що періодичні коливання переважають у осіб із різним типом реакції на ортостатичне навантаження.

У вертикальному стані спостерігається динаміка зниження абсолютних значень SD1 та SD2, залежно від погіршення реакції ритму серця на ортостатичне навантаження.

ВИСНОВКИ

1. Характер реакції ритму серця на ортостатичне навантаження визначається ступенем напруження регуляторних систем організму.
2. У спортсменів із оптимальною реакцією та помірним напруженням регуляції ритму виявляється переважання низькочастотного спектра ритму серця в умовах ортостатичного навантаження.
3. Виявлено тенденцію до зниження абсолютних значень SD1 та SD2 під час проведення ортостатичного навантаження, залежно від погіршення реакції

ритму серця на ортостатичне навантаження. Отриманий факт вказує на зростання напруження вегетативної регуляції ритму серця спортсменів унаслідок втоми або неадекватного навантаження.

Примітки та скорочення / Comments:

- Distributions – розподіл;
Frequency band – діапазон частот;
Frequency domain results – результати у частотній ділянці;
Geometric Measures – геометричні заходи;
Heart rate variability analysis – аналіз варіабельності серцевого ритму;
Non parametric spectrum – непараметричний спектр;
Parametric spectrum – параметричний спектр;
Peak – пік;
Poincare plot – ділянка Пуанкаре;
Power – потужність;
Results are calculated from the non-detrended selected RRI signal – результати обраховані з виключенням тренду кардіосигналу;
RR-interval time series – часовий ряд кардіоінтервалів;
SD2 – довжина повздовжньої частки осі скатерограми;
SD1 – довжина поперечної частки осі скатерограми;
Selected RR-interval time series – вибраний часовий ряд кардіоінтервалів;
Statistical Measures – статистичні заходи;
The Biomedical signal analysis group – група аналізу біомедичного сигналу;
The domain results – домен результатів;
Value – значення;
Variable – перемінна;
Units – одиниці.

1. *Aubert A. E., Steps B., Becker F.* Heart rate variability in athletes. **Sports Medicine**, 2003; 33(12): 889–919.
2. *Balocchi R., Cantini F., Vranini M.* Revisiting the potentials of time-domain indexes in the short-term HRV analysis. **Am. Journ. Cardiology**, 2003; 14: 263–267.
3. *Коваленко С.О.* Аналіз варіабельності серцевого ритму за допомогою методу медіанної спектрограми. **Фізіолог. журнал**, 2005; 51(3): 92–95.
4. *Tulppo M. P., Hakikallio T. H., Seppanen T.* et al. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. **Am. Journ. Physiology**, 1996; 40: 244–252.
5. *Tulppo M. P., Haghson R.L., Makikallio T.H.* et. al. Effect of exercise and passive head-up tilt on fractal and complexity properties of heart rate dynamics. **Am. Journ. Physiology Heart Circ. Physiology**, 2001; 280(3): 1082–1087.
6. **Operational Guidelines for Ethics Committee that Review Biomedical Research**, World Organization, Geneva, 2000. 31 p.
7. *Реброва О.Ю.* Описание процедуры и результатов статистического анализа медицинских данных в научных публикациях. **Международ. журнал мед. практики**, 2000; 4: 43–46.

DYNAMICS OF VEGETATIVE REGULATION OF HEART RATE IN MARTIAL ARTS ATHLETES IN ORTHOSTASIS CONDITION

L. G. Korobeynikova¹, G. V. Korobeynikov², O. K. Dudnik

¹*Kyiv National Taras Shevchenko University, 2, Glushkov Ave., build. 12, Kyiv 03022, Ukraine*

²*National University of Physical Education and Sports of Ukraine
1, Fizkultury St., Kyiv 03680, Ukraine
e-mail: lesia.66@mail.ru*

³*Bila Cherkva National Agriculture University, 13a, Rosiova St., Bila Cherkva 09100, Ukraine*

The functional states of sportsmen at the orthostatic load were studied 29 sportsmen of higher qualifications were studied. The vegetative regulation of heart rate was investigated by cardiomonitor „Polar RS800CX”. The results of study showed that sportsmen with optimal reaction and low tension of heart rate regulation have low frequency of heart rate at the orthostatic load condition.

Keywords: functional states, sportsmen, vegetative regulation of heart rate.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА СЕРДЦА У СПОРТСМЕНОВ-ЕДИНОБОРЦЕВ В УСЛОВИЯХ ОРТОСТАЗА

Л. Г. Коробейнікова¹, Г. В. Коробейніков², О. К. Дудник

¹*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
пр-т акад. Глушкова, 2, корп. 12, Київ 03022, Україна*

²*Національний університет фізического виховання і спорту України
ул. Фізкультурна 1, Київ 03680, Україна
e-mail: lesia.66@mail.ru*

³*Білоцерківський національний аграрний університет
ул. Росєва, 13а, Біла Церква 09100, Україна*

Проведено дослідження функціонального стану спортсменів в умовах ортостатическої навантаження. Обстежено 29 спортсменів-єдиноборців високої кваліфікації. Вегетативна регуляція ритма серця оцінювалася з допомогою кардіомонітора „Polar RS800CX”. Результати досліджень свідчать, що у спортсменів з оптимальною реакцією і помірним напруженням регуляції ритма проявляється переважання низькочастотного спектра ритма серця в умовах ортостатическої навантаження.

Ключевые слова: функціональні стани, спортсмени, вегетативна регуляція ритма серця.

Одержано: 27.03.2012