

ЩОДО КОНТРОЛЮ ВПЛИВУ ТРЕНУВАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ОРГАНІЗМ СПОРТСМЕНІВ ЗА ПАРАМЕТРАМИ ВЕГЕТАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ

О.В. Гузій

Львівський державний університет фізичної культури
Кафедра здоров'я людини (зав. - проф. доктор з державного управління, О.І. Шиян)

Реферат

Мета. Дослідити доцільність використання методу спіроартеріокардіоритмографії для вивчення впливу тренувальних навантажень на організм спортсменів

Матеріал і методи. Ми обстежили 32 кваліфікованих спортсмена чоловічої статі у віці $20,6 \pm 3,0$ роки, які займаються водним поло методом спіроартеріокардіоритмографії (САКР), який у одночасному режимі реєструє ритми серця, судин та дихання. Спектральний аналіз проводили у трьох частотних діапазонах: понаднизькочастотному (VLF, 0-0,04 Гц), низькочастотному (LF, 0,04-0,15 Гц) та високочастотному (HF, 0.15-0.4 Гц), які вимірюються в абсолютних значеннях потужності (мс^2 - для СР, мм.рт.ст.^2 - для САТ та ДАТ, $(\text{л/хв})^2$ - для спонтанного дихання). Відношення LF/HF використовували для характеристики вегетативного балансу. Для оцінки результатів дослідження із використанням САКР застосовано непараметричні методи статистичного аналізу із визначенням критерію Вілкоксона, а також перцентильний метод аналізу, заснований на визначенні індивідуальних оцінок окремих показників із урахуванням потрапляння у відповідні межі перцентильних діапазонів.

Результати й обговорення. Аналіз абсолютних показників варіабельності кардіореспіраторної системи дозволив встановити, що тренувальне навантаження призводить до вірогідних змін показників загальної потужності (ТР) регуляції серцевого ритму ($P < 0,01$), спонтанного дихання, зменшення надсегментних впливів на серцевий ритм та їх збільшення на спонтанне дихання, зменшення активності регуляції серцевого ритму у високочастотному діапазоні та збільшення його впливу на дихання, що супроводжується переважанням низькочастотних впливів на серцевий ритм та САТ ($P < 0,05$). Для визначення можливості застосування параметрів варіабельності кардіореспіраторної системи у якості критеріїв контролю впливу на організм спортсменів необхідно було встановити динаміку індивідуальних змін. Аналіз індивідуальних показників варіабельності ВСР показав, що вплив тренувальних навантажень супроводжується вираженим зниженням показників: ТР (у 54,8% випадків), VLF (у 29,0% випадків), LF (у 25,8% випадків) і HF (у 58,1% випадків); помірним зниженням ТР (у 25% випадків), VLF (у 41,9% випадків), LF (у 32,3% випадків), а також помірним підвищенням LF/HF (у 48,4% випадків). Після тренувань спостерігали тенденцію до підвищення варіабельності САТ за рахунок підвищення ТР при вихідних знижених варіантах (перед тренуванням 15,6% виражено знижених, після - 0%), ДАТ за рахунок зростання помірно підвищених варіантів (від 18,8% перед трену-

ванням до 35,5% після). У перші 5 хв відновлення у більше ніж половини спортсменів (58,1%) відзначали частіше дихання, яке характеризувалося збільшенням ДО (у 51,6% випадків).

Висновки. Виявлені зміни свідчать, що після тренувальних навантажень суттєво збільшується вплив загальної активності вегетативної нервової системи на ДАТ і спонтанне дихання, вплив на САТ збільшується переважно у осіб з початково низьким рівнем. Зменшення вегетативного впливу на СР можна пояснити перемиканням механізмів регуляції із максимальним залученням інотропної функції серця під час навантаження, коли на перший план виходять механізми гемодинамічного забезпечення фізичної діяльності. Цілком очевидним є те, що такий механізм пристосування СР під час навантаження пов'язаний із зменшенням впливу всіх (надсегментної, симпатичної та парасимпатичної) регуляторних ланок ВНС.

Ключові слова: спіроартеріокардіоритмографія, варіабельність серцевого ритму, тренувальні навантаження

Abstract

REGARDING CONTROL OF THE TRAINING LOAD IMPACT ON THE ATHLETES' BODY BY PROVIDING VEGETATIVE PARAMETERS OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM

O.V. GUZIY

State University of Physical Culture in Lviv

Aim of the study: to investigate the feasibility of using spiroarteriocardiorhythmography method to study the effect of training load on the body athletes' body.

Materials and Methods. We have examined 32 qualified male athletes aged $20,6 \pm 3,0$ years, who are engaged in water polo by spiroarteriocardiorhythmography method (Sacre) that allows simultaneous recording of the cardiac, vascular and respiratory rhythms parameters. Spectral analysis was conducted within three frequency ranges: very low frequency (VLF, 0-0,04 Hz), low frequency (LF, 0,04-0,15 Hz), and high frequency (HF, 0.15-0.4 Hz), measured in absolute values of power (ms^2 - for HR rt.st.^2 mm - for SBP and DBP $(\text{l/min})^2$ - spontaneous breathing). The LF / HF ratio was used to describe vegetative balance. To assess the research results we used the distribution-free method of statistical analysis, using the Wilcoxon criterium, and also percentile method of analysis based on determining the individual assessments of each index considering their falling in appropriate limits of percentile ranges.

Results and Discussion. *Analysis of absolute indicators of cardiorespiratory system variability has made it possible to determine that training load causes probable changes in the total power indicators that regulate heart rate ($P < 0,01$), spontaneous breathing, decrease in suprasegmental impacts on heart rate and also increase in suprasegmental impacts on spontaneous breathing. Within the high frequency range training load decreases the activity of heart rate regulation and increases the impact on breathing. But there is greater impact on heart rate and SBP ($P < 0,05$) than on breathing within low frequency range. Individual changes dynamics is determined in order to estimate the possibility of parameters use of cardiorespiratory system variability as the impact control of athletes' organism. Analysis of individual indicators of the vegetative-vascular regulation variability has shown that training load is accompanied by a significant decrease in the indicators: TP (in 54.8% of cases), VLF (in 29.0% of cases), LF (to 25.8%) and HF (in 58.1% of cases); TP moderate decrease (25% of cases), VLF (in 41.9% of cases), LF (in 32.3% of cases) and a moderate increase LF / HF (in 48.4% of cases). After training a tendency was observed to increasing the variability of SBP because of increasing TP at lower output versions (before exercise 15.6% of athletes showed decrease in TP and before exercise - 0% of athletes), DBP increase was due to moderately increased options (from 18.8% before training to 35, 5% after). In the first 5 minutes of recovery in over half (58.1%) of athletes there was rapid breathing characterized by enlarged breathing volume (in 51.6% of cases).*

Conclusions. *We have found that after training load the total activity of the autonomic nervous system impact on DBP and spontaneous breathing significantly increases, the effect on SBP increases mainly in patients with initially low levels. Reduction of vegetative impact on heart rhythm can be explained by switching regulation mechanisms with maximum employment of the heart inotropic function during load, when hemodynamic ensuring of physical activity mechanisms comes to the fore. It is obvious that such adaptation of heart rhythm mechanism during load is associated with reduction of impact of all (suprasegmental, sympathetic and parasympathetic) regulatory parts of the vegetative nervous system.*

Key words: *spiroarteriocardiorhythmography, heart rate variability, training load*

Вступ

Вивчення функціонального стану організму спортсменів є одним із важливих завдань спортивної медицини, спрямованих на виявлення особливостей організму, який тренується і для діагностики рівня підготовленості. Підготовленість організму визначає рівень тренуваності і характеризує готовність спортсмена до досягнення високих спортивних результатів. Вона розвивається під впливом систематичних і цілеспрямованих занять спортом, а її рівень залежить від збалансованої взаємодії багатьох функціональних

систем організму, які визначають характер адаптаційних можливостей [10]. Із метою визначення функціонального стану та адаптаційних можливостей останнім часом використовуються методи дослідження варіабельності серцевого ритму та артеріального тиску [1, 7]. У практиці спортивної медицини ці методи використовують, коли на перший план виходить необхідність встановлення передпатологічних змін у організмі спортсменів, прогнозування спортивного результату, що можливе тільки при чіткому розумінні пристосувальних та адаптаційних механізмів, які розвиваються у організмі за впливу тренувальних навантажень [2, 4, 8]. Адже, це дозволяє не тільки визначити толерантність до фізичних навантажень, але й цілеспрямовано коректувати тренувальний процес зі застосуванням вправ різної спрямованості, передбачає визначення механізмів пристосування, за результатами використання яких можливо у оперативному режимі контролювати вплив тренувальних навантажень за об'єктивними критеріями діяльності кардіореспіраторної системи, адже на сьогодні основними методами контролю впливу тренувального процесу на стан серцево-судинної системи залишаються рутинні методи дослідження частоти серцевих скорочень (ЧСС) та артеріального тиску (АТ). Це зумовлено неможливістю використання сучасних методів інструментальної діагностики в умовах тренувального процесу.

Матеріал і методи

Для вивчення особливостей центральної гемодинаміки ми використовували сучасний поліфункціональний метод дослідження кардіо-респіраторної системи - спіроартеріокардіоритмографія (САКР), який дає змогу в режимі одномоментної реєстрації визначати взаємопов'язані показники, які характеризують діяльність серця (за даними ЕКГ в I відведенні), судин (периферійного САТ і ДАТ на середній фаланзі пальця методом Пеназа), дихальної системи (за даними ультразвукової спірометрії) [3]. Метод дозволяє визначити активність впливу вегетативної нервової системи на серцевий ритм (СР), артеріальний тиск (АТ), спонтанне дихання (Д).

За даними виміру послідовностей СР, САТ та ДАТ на кожному серцевому скороченні та показників легеневої вентиляції проводили

спектральний аналіз Фур'є, який дозволяє визначити потужності регуляційних впливів у різних частотних діапазонах, що пов'язують із загальною активністю, активністю надсегментних структур та парасимпатичної і симпатичної гілок ВНС [5]. Спектральний аналіз проводили у трьох частотних діапазонах: понаднизькочастотному (VLF, 0-0,04 Гц), низькочастотному (LF, 0,04-0,15 Гц), та високочастотному (HF, 0.15-0.4 Гц), які вимірюються в абсолютних значеннях потужності (мс^2 - для СР, мм рт.ст.^2 - для САТ та ДАТ, $(\text{л/хв})^2$ - для спонтанного дихання). Відношення LF/HF використовували для характеристики вегетативного балансу [6].

Для оцінки результатів дослідження із використанням САКР застосовували непараметричні методи статистичного аналізу із визначенням критерію Вілкоксона, а також перцентильний метод аналізу, заснований на визначенні індивідуальних оцінок окремих показників із урахуванням потрапляння у відповідні межі перцентильних діапазонів [3]. Оцінку окремих показників проводили наступним чином: при потраплянні у діапазон <5%, як виражене зниження показника; при потраплянні у діапазон 5-25% - помірне зниження показника; при потраплянні у діапазон 25-75% - нормативне значення показника; при потраплянні у діапазон 75-95% - помірне підвищення показника; при потраплянні у діапазон >95% - виражене підвищення показника.

Результати й обговорення

Ми обстежили 32 кваліфікованих спортсмени

Таблиця 1

Пересічні показники діяльності кардіореспіраторної системи дослідженої групи спортсменів перед та після тренувального навантаження

Показник	Перед	Після
ЧСС, 1/хв	65,7±8,1	93,3±11,7***
САТ, мм рт.ст.	121,8±6,4	132,5±7,2**
ДАТ, мм рт.ст.	82,0±5,2	85,9±6,4
ПАТ, мм рт.ст.	39,8±2,6	45,7±5,6*
ЧД, л/хв	15,6±4,2	19,3±5,2*
ДО, л	0,637±0,195	0,684±0,228

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

чоловічої статі у віці 20,6±3,0 р., які займаються водним поло та вивчали вплив тренувального навантаження на їх організм. Обстеження включало дослідження параметрів фізичного розвитку, ЧСС та АТ рутинними методами, а також дослідження кардіореспіраторної системи із використанням САКР, перед та після тренування у стані відносного спокою. Тренувальне навантаження тривало протягом 2 годин та передбачало заняття у басейні, яке було спрямоване на розвиток швидкісної витривалості. Тренування проводили у межах передзмагального періоду річного тренувального циклу. Показники кардіореспіраторної системи, зареєстровані перед та після виконання тренувального навантаження, подано у табл. 1-4.

Після тренувального навантаження у спортсменів відбувалися вірогідні зміни у показниках ЧСС, САТ, ПАТ та ЧД, що підтверджувало вже відомі дані про активацію функції кардіореспіраторної системи за впливу фізичного навантаження (табл. 1). Значення показників варіа-

Таблиця 2

Зміни показників варіабельності серцевого ритму за умови впливу тренувального навантаження

Показник	Перед			Після			Wilcoxon matched-pair test
	median	25	75	median	25	75	
TP, мс^2	4160,3	1984,7	9239,7	879,3	349,7	1781,7	$p < 0,01$
VLF, мс^2	566,4	280,6	1125,7	178,3	83,8	292,6	$p < 0,05$
LF, мс^2	1218,0	482,4	2986,5	430,6	169,4	877,0	$p < 0,05$
HF, мс^2	1730,6	630,9	3041,5	173,0	63,2	735,1	$p < 0,05$
LFHF, $\text{мс}^2/\text{мс}^2$	0,81	0,57	1,57	2,11	1,11	3,81	$p < 0,05$

Таблиця 3

Зміни показників варіабельності САТ за впливу тренувального навантаження

Показник	Перед			Після			Wilcoxon matched-pair test
	median	25	75	median	25	75	
TP _{CT} , мм рт.ст. ²	25,0	13,7	37,8	29,7	20,7	49,0	
VLF _{CT} , мм рт.ст. ²	10,2	4,6	22,6	10,9	8,7	24,5	
LF _{CT} , мм рт.ст. ²	4,8	3,1	11,2	10,9	6,5	18,5	$p < 0,05$
HF _{CT} , мм рт.ст. ²	5,3	2,4	9,0	5,1	3,1	8,7	
LFHF _{CT} , мм рт.ст. ² / мм рт.ст. ²	0,90	0,57	1,76	1,97	1,15	3,73	$p < 0,05$

Зміни показників варіабельності ДАТ за впливу тренувального навантаження

Показник	Перед			Після			Wilcoxon matched-pair test
	median	25	75	median	25	75	
TP _{ДТ} , мм рт.ст ²	10,9	6,5	14,9	11,2	7,0	21,6	
VLF _{ДТ} , мм рт.ст ²	3,6	2,1	7,9	3,8	2,6	9,9	
LF _{ДТ} , мм рт.ст ²	3,6	2,1	6,0	4,6	3,1	7,6	
HF _{ДТ} , мм рт.ст ²	1,4	0,7	2,3	0,9	0,6	1,8	
LFHF _{ДТ} , мм рт.ст ² / мм рт.ст ²	2,37	1,39	4,54	4,87	2,28	8,13	p<0,05

бельності серцевого ритму перед та після тренувального навантаження, які висвітлюють вірогідне зменшення варіабельності у всіх частотних діапазонах (P<0,05), яке характеризується вираженим (P<0,01) зменшенням загальної потужності та збільшенням співвідношення низькочастотної та високочастотної складових ВСР подано у табл. 2. Це зумовлено переважанням впливу симпатичного відділу вегетативної НС на серцевий ритм. У табл. 3 та 4 подано зміни значень варіабельності САТ та ДАТ за впливу тренувального навантаження. Вірогідними виявилися зміни низькочастотної складової регуляції САТ (P<0,05), що знайшло відображення у показнику співвідношення LFHF_{САТ}. Зміни показників варіабельності спонтанного дихання подано у табл.5.

Вірогідні зміни відзначали у динаміці показників варіабельності дихання у всіх частотних діапазонах та загальної потужності (P<0,05), при цьому вірогідних змін у співвідношенні LFHF_Д не відзначали.

Аналіз абсолютних показників варіабельності кардіореспіраторної системи дозволив встановити, що тренувальне навантаження призводить до вірогідних змін показників загальної

потужності (TP) регуляції серцевого ритму, спонтанного дихання, зменшення надсегментних впливів на серцевий ритм та збільшення останніх на спонтанне дихання, зменшення активності регуляції серцевого ритму у високочастотному діапазоні та збільшення його впливу на дихання, що супроводжується переважанням низькочастотних впливів на серцевий ритм та САТ.

Для визначення можливості застосування параметрів варіабельності кардіореспіраторної системи у якості критеріїв контролю впливу на організм спортсменів необхідно було встановити динаміку індивідуальних змін. Аналіз індивідуальних показників варіабельності ВСР показав, що вплив тренувальних навантажень супроводжувався вираженим зниженням показників: TP (у 54,8% випадків), VLF (у 29,0% випадків), LF (у 25,8% випадків) і HF (у 58,1% випадків); помірним зниженням TP (у 25% випадків), VLF (у 41,9% випадків), LF (у 32,3% випадків), а також помірним підвищенням LF / HF (у 48,4% випадків) (табл. 6).

У період після тренувань у спортсменів спостерігали тенденцію до підвищення варіабельності САТ і ДАТ (табл. 7, 8). САТ за рахунок

Таблиця 5

Зміни показників варіабельності дихання за впливу тренувального навантаження

Показник	Перед			Після			Wilcoxon matched-pair test
	median	25	75	median	25	75	
TP _Д , л/хв. ²	501,8	315,1	833,9	1010,5	683,9	1735,0	p<0,05
VLF _Д , л/хв. ²	3,2	1,8	5,1	7,3	3,4	11,9	p<0,05
LF _Д , л/хв. ²	16,0	8,7	39,1	36,0	13,3	81,9	p<0,05
HF _Д , л/хв. ²	349,7	220,5	652,8	770,1	434,8	1421,5	p<0,05
LFHF _Д , (л/хв.) ² / (л/хв.) ²	0,029	0,018	0,100	0,044	0,018	0,090	

Таблиця 6

Розподіл показників ВСР дослідженої групи спортсменів перед та після тренувального навантаження

Показник	Перед тренуванням					Після тренування				
	<5	5-25	25-75	75-95	>95	<5	5-25	25-75	75-95	>95
TP	0,0	28,1	28,1	34,4	9,4	54,8	25,8	9,7	9,7	0,0
VLF	0,0	15,6	46,9	28,1	9,4	29,0	41,9	19,4	6,5	3,2
LF	6,3	9,4	46,9	31,3	6,3	25,8	32,3	29,0	9,7	3,2
HF	6,3	0,0	59,4	21,9	12,5	58,1	0,0	38,7	3,2	0,0
LF/HF	6,3	15,6	56,3	18,8	3,1	3,2	6,5	32,3	48,4	9,7

Таблиця 7

Розподіл показників ВСАТ дослідженої групи спортсменів перед та після тренувального навантаження

Показник	Перед тренуванням					Після тренування				
	<5	5-25	25-75	75-95	>95	<5	5-25	25-75	75-95	>95
TR _{САТ}	15,6	6,3	34,4	34,4	9,4	0,0	3,2	54,8	38,7	3,2
VLF _{САТ}	12,5	6,3	25,0	40,6	15,6	6,5	3,2	29,0	45,2	16,1
LF _{САТ}	15,6	18,8	40,6	21,9	3,1	0,0	9,7	45,2	45,2	0,0
HF _{САТ}	9,4	25,0	37,5	18,8	9,4	3,2	19,4	51,6	25,8	0,0
LF/HF _{САТ}	15,6	21,9	40,6	18,8	3,1	3,2	12,9	41,9	29,0	12,9

підвищення TR при вихідних знижених варіантах (перед тренуванням 15,6% виражено знижених, після - 0%), ДАТ за рахунок зростання помірно підвищених варіантів (від 18,8% перед тренуванням до 35,5% після). Практично без змін залишалися флуктуації у понаднизькочастотному (VLF) діапазоні регуляційних впливів на САТ і ДАТ. Деякі зміни відбувалися у показниках LFCAT, які пов'язані зі збільшенням помірно підвищених варіантів регуляційних впливів у низькочастотному діапазоні (від 21,9% до 45,2% випадків), що характеризує активність симпатичної ланки ВНС.

Водночас, спостерігали збільшення варіантів помірного зниження високочастотних впливів на ДАТ (21,8% до 41,9% випадків). Відношення LF/HF для САТ і ДАТ рівномірно збільшувалося. Варіанти помірного і вираженого підвищення LFCAT/HFCAT після навантаження траплялися у 41,9% випадках (перед - у 21,9% випадків), LFDAT/HFDAT - у 64,5% випадків (перед - у 50% випадків).

Тобто, зміни варіабельності САТ і ДАТ після тренувального навантаження диференціювали за рахунок помірного підвищення низькочастотних впливів на САТ (LFCAT), які пов'язані із впливом симпатичної ланки ВНС на насосну функцію серця і помірного зниження високочастотних впливів на ДАТ (HFDAT). При цьому понадвисокочастотна складова регуляційних впливів на АТ (VLF_{САТ} та VLF_{ДАТ}) практично не змінювалася.

Аналізуючи вплив фізичного наванта-

ження на дихальну систему суттєві зміни ми спостерігали у показниках варіабельності спонтанного дихання (табл. 9), які, безумовно, пов'язані із відновленням дихання у післянавантажувальний період. У перші 5 хв відновлення у більше половини спортсменів (58,1%) відзначали частіше дихання, яке характеризувалося збільшеним ДО (у 51,6% випадків). Це характеризувалося помірним та вираженим збільшенням загальної потужності спектру варіабельності дихання (ТРД) у 71% випадків і супроводжувалося вираженим підвищенням високочастотних (HFД) впливів (41,9% після тренування при 15,6% - перед) і суттєвим збільшенням помірно підвищених низькочастотних (LFД) впливів (від 15,6% до 45,2%). При цьому відношення LFД/HFД практично не змінювалося у порівнянні із вихідним рівнем.

Отже, представлені результати дослідження дають змогу констатувати, що реакція кардіореспіраторної системи у відповідь на тренувальне навантаження супроводжується низькою регуляційних перебудов на всіх рівнях активності вегетативної нервової системи. Насамперед, це стосується загальної активності, яка після навантаження суттєво збільшується у впливі на ДАТ і спонтанне дихання. Стан вегетативного забезпечення САТ збільшується переважно у осіб із початково низьким рівнем останнього. Достатньо інформаційним виглядає зменшення регуляційних вегетативних впливів після навантаження на СР, що можна пояснити перемиканням механізмів регуляції із максимальним залученням інотропної функції серця під час навантаження,

Таблиця 8

Розподіл показників ВДАТ дослідженої групи спортсменів перед та після тренувального навантаження

Показник	Перед тренуванням					Після тренування				
	<5	5-25	25-75	75-95	>95	<5	5-25	25-75	75-95	>95
TR _{ДАТ}	6,3	9,4	59,4	18,8	6,3	0,0	9,7	48,4	35,5	6,5
VLF _{ДАТ}	9,4	12,5	50,0	28,1	0,0	6,5	16,1	45,2	29,0	3,2
LF _{ДАТ}	3,1	15,6	50,0	28,1	3,1	0,0	9,7	51,6	29,0	9,7
HF _{ДАТ}	6,3	28,1	43,8	18,8	3,1	6,5	41,9	41,9	9,7	0,0
LF/HF _{ДАТ}	12,5	3,1	34,4	28,1	21,9	3,2	3,2	29,0	25,8	38,7

Розподіл показників ВД дослідженої групи спортсменів перед та після тренувального навантаження

Показник	Перед тренуванням					Після тренування				
	<5	5-25	25-75	75-95	>95	<5	5-25	25-75	75-95	>95
TP _д	9,4	18,8	40,6	15,6	15,6	6,5	3,2	19,4	25,8	45,2
VLF _д	15,6	9,4	53,1	15,6	6,3	3,2	6,5	41,9	25,8	22,6
LF _д	12,5	18,8	46,9	15,6	6,3	3,2	12,9	35,5	45,2	3,2
HF _д	3,1	28,1	37,5	15,6	15,6	9,7	9,7	19,4	19,4	41,9
LF/HF _д	16,1	19,4	45,2	12,9	6,5	15,6	15,6	53,1	12,5	3,1

коли на перший план виходять механізми гемодинамічного забезпечення фізичної діяльності. Цілком очевидним є те, що такий механізм пристосування СР під час навантаження пов'язаний зі зменшенням впливу всіх (надсегментарної, симпатичної та парасимпатичної) регуляційних ланок ВНС. Водночас, у відновний період активність впливу ВНС на СР починає збільшуватися, що реалізується, передовсім, за рахунок активізації парасимпатичного відділу. У наших дослідженнях у 38,7% спортсменів відзначали оптимальний рівень HF та у 32,3% - оптимальний рівень вегетативного балансу.

Висновок

Аналіз абсолютних показників варіабельності кардіореспіраторної системи дозволив встановити, що тренувальне навантаження призводить до вірогідних змін показників загальної потужності (TP) регуляції серцевого ритму ($P < 0,01$), спонтанного дихання ($P < 0,05$), зменшення надсегментних впливів на серцевий ритм та їх збільшення на спонтанне дихання, зменшення активності регуляції серцевого ритму у високочастотному діапазоні та збільшення його впливу на дихання, що супроводжується переважанням низькочастотних впливів на серцевий ритм та САТ ($P < 0,05$).

Аналіз індивідуальних змін параметрів варіабельності кардіореспіраторної системи показав наступні зміни за впливу тренувальних навантажень:

1. Помірне і виражене зниження загальної потужності ВСР (TP, mc^2) за рахунок збільшення варіантів: помірного і вираженого зниження VLF (від 15,6% перед тренуванням до 70,9% після тренування), помірного і вираженого зниження LF (з 15,7% перед тренуванням до 58,1% після тренування), вираженого зниження HF (від 6,3% перед тренуванням до 58,1% після тренування), а також помірного і вираженого підвищення від-

ношення LF/HF (від 21,9% перед тренуванням до 58,1% після тренування). При цьому відзначали диференціацію HF-компоненти, яка у частини спортсменів (38,7%) залишалася у межах норми.

2. Незначні зміни загальної потужності варіабельності САТ (TPCAT, $mm.rт.ст.^2$), які характеризуються збільшенням варіантів помірного підвищення LFCAT (від 21,9% перед тренуванням до 45,2% після тренування), незначними змінами VLF CAT і HFCAT-компонентів при збільшенні варіантів помірного і вираженого підвищення відношення LFCAT/HFCAT (від 21,9% перед тренуванням до 41,9% після тренування).

3. Помірне підвищення загальної потужності варіабельності ДАТ (TPDAT) за рахунок збільшення варіантів вираженого підвищення LFDAT (від 3,1% перед тренуванням до 9,7% після тренування). При цьому відзначали збільшення варіантів помірного зниження HF-компоненти (від 28,1% перед тренуванням до 41,9% після тренування), що призводило до збільшення варіантів вираженого підвищення відношення LFDAT/HFDAT (від 21,9% перед тренуванням до 38,7% після тренування).

4. Помірне та виражене підвищення загальної потужності варіабельності дихання (TRD) у 71% випадків за рахунок збільшення варіантів: помірного і вираженого підвищення VLF_д (від 31,2% перед тренуванням до 61,3% після тренування), вираженого підвищення LF_д (від 12,5% перед тренуванням до 25,8% після тренування), помірного і вираженого підвищення HF_д (від 37,6% перед тренуванням до 58,1% після тренування), відношення LF_д/HF_д не змінювалося.

Загалом, проведені дослідження показали, що варіабельність кардіореспіраторної системи є інформаційним критерієм впливу тренувального навантаження на організм спортсмена. Подальший напрямок досліджень, на наш погляд, повинен бути спрямований на пошук детермі-

нант фізичного стану, гемодинамічного і енергетичного забезпечення організму спортсменів при визначених змінах, що дозволить широко впровадити даний підхід у процес медичного контролю за особами, що займаються фізичними навантаженнями.

Література

1. Pankova N.B. Functional tests for the assessment of the healthy people state via using heart rate variability. - Lambert Academic Publishing. - 2013. - 152 p. Russian: (Панкова Н.Б. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы здорового человека. - Lambert Academic Publishing. - 2013. - 152 с.
2. Pankova N.B., Bogdanova E.V., Karganov M.Y., Eysel M.Y., Kuznetsov P.P., Simakov O.V. Evaluation of Cardiovascular System's Functional Reserves in Young Figure Skaters// *Valeology*. 2013. №3. P. 54-60 Russian: (Панкова Н.Б., Богданова Е.В., Карганов М.Ю., Эйгель М.Я., Кузнецов П.П., Симаков О.В. Посленагрузочная динамика показателей сердечно-сосудистой системы у юных спортсменов (результаты спироартериокардиоритмографии) // *Валеология*. 2013. № 3. С. 54-60.).
3. Pivovarov V.V. A spiroarteriocardiorhythmograph// *Med. Tekh*, №1- 2006. P. 38-41. Russian: (Пивоваров В.В. Спироартериокардиоритмограф // *Мед. техника*, №1 - 2006. С. 38-41.).
4. Romanchuk A.P. By the assessment of autonomic nervous system activity in athletes // *Medical rehabilitation, resort, physiotherapy* - №4. - 2005. - P. 31-34 Ukrainian: (Романчук О.П. До питання оцінки активності вегетативної нервової системи у спортсменів // *Медична реабілітація, курортологія, фізіотерапія* - №4. - 2005. - С. 31-34).
5. Bravi A., Longtin A., Seely A.J.E. Review and classification of variability analysis techniques with clinical applications // *Biomed. Eng. Online.*, №10. - 2011. - С. 90, doi: 10.1186/1475-925X-10-90.
6. Cottin F., Medigue C., Papelier Y. 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), 2008. - H1150- H1155.
7. Huikuri H.V., Perkiömäki Ju.S., Maestri R., Pinna G.D. Clinical impact of evaluation of cardiovascular control by novel methods of heart rate dynamics // *Phil. Trans. R. Soc.*, 367. - 2009, P. 1223-1238.
8. Moreno I.L., Pastre C.M., Ferreira C., deAbreu L.C., Valenti V.E., Vanderlei L.C. Effects of an isotonic beverage on autonomic regulation during and after exercise // *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 10(2). - 2013.
9. Romanchuk A.P. The Complex Approach to a Multipurpose Estimation of a Sportsmen Condition, In: *Polysystemic Approach to School, Sport and Environment Medicine*, M.Karganov ed., - OMICS Group eBooks, 2013, - ISBN: 978-1-63278-000-3, pp. 54-86, - DOI: 10.4172
10. Tim Luijckx. Sport category is an important determinant of cardiac adaptation: an MRI study/ Tim Luijckx, Maarten J. Cramer, Niek H.J. Prakken, Constantinus F. Buckens, Arend Mosterd [et al.] // *Br J Sports Med.* - 2012. -N 46. - P.1119 - 1124.