

Зміни реактивності показників серцевого ритму на кероване дихання при тренуванні загальної витривалості

О. В. Гузій

Львівський державний університет фізичної культури, Україна

Ключові слова:

дихання, варіабельність серцевого ритму, спортсмени, витривалість.

Запорізький

медичний

журнал. – 2018. – Т. 20, № 1(106). – С. 36–40

DOI:

10.14739/2310-1210.2018.1.121882

E-mail:

o.guzij@gmail.com

Мета роботи – визначити зміни показників ВСР при довільному та керованому диханні у кваліфікованих спортсменів, які протягом тривалого часу займалися фізичними навантаженнями, що спрямовані на розвиток витривалості.

Матеріали та методи. Обстежили 28 кваліфікованих спортсменів чоловічої статі віком $20,2 \pm 0,7$ року, які займалися різними видами спорту. Протягом 7 тижнів проведено 30 занять з акцентом на тренуванні загальної витривалості. Досліджували показники варіабельності серцевого ритму (ВСР) при довільному диханні (ДД), керованому диханні 6 (КД₆) і керованому диханні 15 (КД₁₅) разів на хвилину. Обстеження спортсменів здійснили в ранішні години, натще, з використанням спіроартеріокардіоритмографії (САКР) згідно з розробленим нами протоколом.

Результати. Зміни показників ВСР при КД зумовлені частотою та ритмом дихання, але реакція показників ВСР суттєво відрізняється та свідчить, як правило, про можливість включення відповідних механізмів регуляції. Показники ВСР до та після тренувань при КД₆ між собою не відрізнялись – це дає змогу стверджувати, що загалом реакція на низькочастотні впливи при збільшенні витривалості не змінюється. Збільшення витривалості відбивається в реакції показників HF(мс²) ВСР, які практично не піддаються впливу КД, на відміну від даних на початку тренувань, коли відзначається значуще зменшення HF (мс²) до 967,2 (479,6; 2540,2) при КД₁₅ порівняно з ДД (2035,7 (756,3; 6037,3)) і КД₆ (2560,9 (1361,6; 5098,0)), ($p < 0,05$). Значущим при підвищенні витривалості було зменшення LF/HF ($p < 0,01$) при КД₁₅ як порівняно з вегетативним тонусом на початку дослідження, так і з ДД.

Висновки. Використання тестів із КД у спортсменів, які тренували витривалість, дало можливість встановити, що збільшення останньої відбивається в реакції показників ВСР на КД₁₅, яка характеризується вираженим збільшенням HF і зменшенням LF/HF. Під час КД₆ особливостей реакції показників ВСР при збільшенні витривалості нами не зафіксовано.

Ключевые слова:

дыхание, вариабельность сердечного ритма, спортсмены, выносливость.

Запорожский

медицинский

журнал. – 2018. – Т. 20, № 1(106). – С. 36–40

Изменения реактивности показателей сердечного ритма на управляемое дыхание при тренировках общей выносливости

О. В. Гузій

Цель работы – определить изменения показателей ВСР при произвольном и управляемом дыхании у квалифицированных спортсменов, которые на протяжении длительного времени занимались физическими нагрузками, направленными на развитие выносливости.

Материалы и методы. Обследовано 28 квалифицированных спортсменов мужского пола в возрасте $20,2 \pm 0,7$ года, которые занимались различными видами спорта. В течение 7 недель проведено 30 занятий с акцентом на тренировке общей выносливости. Исследовались показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) при произвольном дыхании (ПД), управляемом дыхании 6 (УД₆) и управляемом дыхании 15 (УД₁₅) раз в минуту. Обследование спортсменов проводили в утренние часы, натощак, с использованием спироартериокардиоритмографии (САКР) согласно разработанному нами протоколу.

Результаты. Изменения показателей ВСР при УД обусловлены частотой и ритмом дыхания, однако реакция показателей ВСР существенно отличается и свидетельствует, как правило, о возможности включения соответствующих механизмов регуляции. Показатели ВСР до и после тренировок при УД₆ между собой не отличаются – это позволяет утверждать, что в целом реакция на низкочастотные влияния при увеличении выносливости не меняется. Увеличение выносливости отображается в реакции показателей HF (мс²) ВСР, которые практически не поддаются влиянию УД, в отличие от данных в начале тренировок, когда отмечается значимое уменьшение HF (мс²) до 967,2 (479,6; 2540,2) при УД₁₅ в сравнении с ПД (2035,7 (756,3; 6037,3)) и УД₆ (2560,9 (1361,6; 5098,0)), ($p < 0,05$). Значимым при повышении выносливости было уменьшение LF/HF ($p < 0,01$) при УД₁₅ как по сравнению с вегетативным тонусом в начале исследования, так и с ПД.

Выводы. Использование тестов с УД у спортсменов, которые тренировали выносливость, позволило установить, что увеличение последней отражается в реакции показателей ВСР на УД₁₅, которая характеризуется выраженным увеличением HF и уменьшением LF/HF. При УД₆ особенностей реакции показателей ВСР при увеличении выносливости нами не зафиксировано.

Key words:

breathing, heart rate, athletes, physical endurance.

The changes of heart rate variability indices reactivity in response to controlled breathing during the general endurance training

O. V. Guzij

The aim: to determine the changes in heart rate variability (HRV) indices during spontaneous and controlled breathing of qualified athletes who were engaged in physical activity aimed at endurance development for a long period of time.

Zaporozhye

medical journal

2018; 20 (1), 36–40

Materials and methods. We examined 28 highly qualified male athletes aged 20.2 ± 0.7 , who were engaged in various sports. 30 trainings with the focus on the general endurance development were conducted during 7 weeks. Parameters of HRV during spontaneous breathing (SB) and controlled breathing 6 (CB_6) and controlled breathing 15 (CB_{15}) times per minute were surveyed. A medical examination of athletes took place in the morning hours, fasting and using spiroarteriocardiorhythmography (SACR).

Results. The changes in HRV during controlled breathing were caused by respiratory frequency and rhythm. However, reaction of the HRV indices was significantly different and showed, as a rule, the possibility of appropriate regulatory mechanisms initiation. Heart rate variability indices did not differ from each other before and after training during CB_6 . The increase in endurance was displayed in response of HF (ms^2) – HRV that SB was not practically influenced by controlled breathing. That differed them from the data at the beginning of training where there was significant decrease in HF (ms^2) to 967.2 (479.6; 2540.2) during CB_{15} in comparison with SB (2035.7 (75.3; 6037.3)) and CB_6 (2560.9 (1361.6; 5098.0)) ($P < 0.05$). There was significant decrease in LF/HF ($P < 0.01$) during CB_{15} in response to increase in endurance.

Conclusions. The use of CB tests in athletes who developed their endurance allowed us to determine that an increase in the latter was reflected in the HRV indices reaction on CB_{15} , which was characterized by pronounced increase in HF and decrease in LF/HF. During CB_6 , the peculiarities of the HRV indices reaction in case of endurance increasing have not been found.

Добре відомо, що тренування на розвиток загальної витривалості суттєво впливають на вегетативну регуляцію серця [1]. Збільшується загальний вегетативний вплив, парасимпатична активність і знижується симпатична активність у стані спокою [2]. Спортсмени мають нижчу ЧСС у спокої та швидше її відновлення після фізичних навантажень через посилення парасимпатичної активності, що викликана тривалим тренуванням загальної витривалості [3,4]. Важливу роль у визначенні вегетативних впливів на організм має дослідження варіабельності серцевого ритму (ВСР), використання показників якої під час етапних, поточних та оперативних обстежень має суттєво поліпшити лікарський контроль за спортсменами для об'єктивізації станів втоми, перевтоми, перенапруження та запобігання розвитку перетренованості та інших клінічних станів, які можуть виникати за впливу надмірних фізичних навантажень [4]. Адже без використання останніх на тепер неможливе досягнення конкурентного рівня тренованості спортсмена. У більшості видів спорту важливе значення в підготовці спортсмена надається розвитку такої базової фізичної якості, як загальна витривалість, що викликає відповідні зміни у функціональних системах організму, котрі пов'язані з економізацією діяльності кардіореспіраторної системи у стані спокою та максимальною мобілізацією системи, яка відповідає за транспорт кисню під час виконання інтенсивних фізичних навантажень [3,5].

Дослідження ВСР останніх років показали взаємозв'язок змін показника співвідношення низькочастотної та високочастотної складових ВСР з інтенсивністю навантажень, [6] певні зв'язки з низькочастотними та високочастотними складовими ВСР одержані залежно від інтенсивності та спрямованості тренувальних навантажень. Інформативні дані про зміни показників ВСР отримані під час аналізу процесів відновлення в організмі після виконання фізичних навантажень різної інтенсивності [7]. Низка досліджень, в яких інтенсивність фізичних навантажень обиралась з урахуванням змін показників ВСР, дала можливість довести ефективність такого підходу з позицій розвитку тренованості [3]. Інші дослідження показали: ВСР паралельно змінюється з максимальним поглинанням кисню та рівнем молочної кислоти. Деякі автори [6–8] спостерігали розвиток вегетативного дисбалансу при виникненні стану перетренованості. У попередніх дослідженнях показали зв'язок показників ВСР із рівнем здоров'я спортсменів, їхню диференціацію в період відновлення, відмінності

на етапах навчально-тренувального процесу [9] тощо.

Водночас інформативність показників ВСР, котрі є провідними характеристиками регуляторних впливів на кардіореспіраторну систему, певним чином обмежена, особливо в умовах спокою. Тому для уточнення стану та реактивності вегетативної нервової системи часто використовують різні навантажувальні тести: з дозованим фізичним навантаженням, зі зміною положення тіла, медикаментозні, з керованим диханням (КД) [6]. Останні показали суттєву інформативність при визначенні високого рівня фізичної працездатності, особливостей гемодинамічного забезпечення організму спортсменів, барорефлекторної активності після тренувального навантаження та в період відновлення [9]. Окремо відзначимо, що сьогодні у практиці спортивної медицини набувають широкого застосування методи корекції функціонального стану організму, котрі базуються на використанні зворотного зв'язку з ВСР, що пов'язаний із частотою та ритмом дихання, а це також має беззаперечне практичне значення [10].

Мета роботи

Визначення змін показників ВСР при довільному та керованому диханні у кваліфікованих спортсменів, які протягом тривалого часу займалися фізичними навантаженнями, що спрямовані на розвиток витривалості.

Матеріали і методи дослідження

Обстежили 28 кваліфікованих спортсменів чоловічої статі віком $20,2 \pm 0,7$ року, які займалися різними видами спорту. Протягом 7 тижнів вони акцентовано тренувались загальної витривалості. Основна частина тренувальних занять – бігове навантаження на дистанції 5 км. Загалом протягом 7 тижнів було 30 тренувальних занять.

Обстеження спортсменів здійснювали вранці, натще, включали реєстрацію показників діяльності кардіореспіраторної системи з використанням спіроартеріокардіоритмографії (САКР) згідно з розробленим нами протоколом, що передбачав проведення трьох послідовних двоххвилинних реєстрацій: із довільним диханням (ДД), керованим диханням 6 разів на хвилину ($КД_6$), керованим диханням 15 разів на хвилину ($КД_{15}$). Додатково реєстрували показники фізичного розвитку та проводили тести. Визначали масу (МТ, кг) і довжину

тіла (ДТ, см), розраховували площу тіла. Досліджували систолічний (СТ), діастолічний (ДТ) і пульсовий (ПТ) артеріальний тиск рутинними методами, а також розраховували низку індексів, які характеризують функціональний стан кардіореспіраторної системи та організму загалом: індексу Робінсона (ІР), адаптаційного потенціалу (АП) за Баєвським, індексу Скибінської, рівня фізичного стану (РФС) за Пироговою.

Аналіз даних САКР передбачав: дослідження таких показників ЕКГ у 1 відведенні, як QTс (с) – коригований інтервал QT, і ST-відхилення від ізолінії, що визначався в нормалізованих одиницях (н. о.), а також спектральних параметрів ВСП: загальної потужності ВСП – TP (мс²), потужності ВСП у понаднизькочастотному діапазоні – VLF (мс²), потужності ВСП у низькочастотному діапазоні – LF (мс² і н. о.), LF/HF та індексу централізації серцевого ритму (ІЦСР). Для оцінювання результатів дослідження застосовані непараметричні методи статистичного аналізу з визначенням критерію Вілкоксона. Статистичне опрацювання здійснили за допомогою пакета статистичних програм Statistica 10.

Результати та їх обговорення

У таблиці 1 наведені пересічні дані антропометричних вимірів і розрахункових індексів функціонального стану спортсменів на початку та наприкінці експериментального дослідження.

З рутинних показників діяльності серцево-судинної системи після тренувань на витривалість у стані спокою відзначали вірогідне зниження СТ (мм рт. ст.) з 120,0 (115,0; 135,0) до 112,0 (110,0; 120,0), (p < 0,05) і ПТ (мм рт. ст.) із 50,0 (45,0; 65,0) до 40,0 (37,5; 52,0), (p < 0,05). За всіма розрахованими індексами відзначали суттєве поліпшення функціонального стану (табл. 1).

Аналізуючи результати дослідження показників ЕКГ спортсменів на початку та наприкінці експерименту при ДД і КД (табл. 2), відзначимо: на початку при КД₆ значущих змін ЧСС (хв⁻¹) не відзначали, але реакція ЧСС при КД₁₅ характеризувалась суттєвим підвищенням, а наприкінці ЧСС (хв⁻¹) при ДД значуще зменшилась; її реакція на КД₆ та на КД₁₅ була суттєво нижчою, однак реакція на КД₁₅ із незначним ступенем вірогідності все ж перевищувала таку при ДД і КД₆. Заслугує на увагу те, що при КД₆ відмінностей QTс (с) і ST(н. о.) порівняно з ДД на початку та наприкінці експерименту не відзначалось. Водночас КД₁₅ викликало значущі зміни цих показників на початку порівняно з ДД (за QTс) і КД₆ (за QTс і ST), p < 0,05. Наприкінці дослідження ця відмінність збереглась тільки за показником QTс порівняно з ДД.

У таблиці 3 наведені зміни показників ВСП та їхніх реакцій на КД. За показником TP (мс²) у стані спокою при КД₆ (табл. 4) та КД₁₅ (табл. 5) значущих змін не відзначали, а реакція була доволі характерною для самих тестів, що відбивалось суттєвим підвищенням TP (мс²) у відповідь на КД₆ (табл. 4) та вірогідним зменшенням TP (мс²) у відповідь на КД₁₅ (табл. 5) на початку та наприкінці дослідження. За параметром VLF (мс²) у стані спокою відмінностей не відзначали. Реакція на КД₆ (табл. 4) на початку та наприкінці не призводила до змін VLF (мс²). Реакція на КД₁₅ (табл. 5) не відрізнялась за параметрами від вихідного стану, проте була нижчою, ніж при КД₆ (табл. 4). Наприкінці тренувань відзначалось значуще зниження реакції VLF (мс²) при КД₁₅ (табл. 5) порівняно як з вихідним станом, так із реакцією на КД₆ (табл. 4).

Показник LF (мс²) при ДД (табл. 3) на початку та наприкінці дослідження дещо відрізнявся 1884,6 (823,7; 3329,3) проти 1870,6 (697,0; 8854,8), (p < 0,05) відповідно. При КД₆ (мс²) відбувалось (табл. 4) вірогідне підвищення LF (мс²) на початку та наприкінці, що характеризувало вплив дихання. Аналогічні зміни визначали

Таблиця 1. Морфофункціональні показники спортсменів на початку та наприкінці дослідження, М (25; 75)

Показник, одиниці вимірювання	На початку	Наприкінці
ДТ, см	178,0 (175,5; 181,0)	178,5 (174,5; 180,5)
МТ, кг	73,0 (71,0; 78,5)	75,0 (69,5; 78,5)
Площа тіла, м ²	1,91 (1,86; 1,97)	1,92 (1,85; 1,98)
СТ, мм рт. ст.	120,0 (115,0; 135,0)	112,0 (110,0; 120,0)*
ДТ, мм рт. ст.	70,0 (65,0; 75,0)	70,0 (65,0; 75,0)
ПТ, мм рт. ст.	50,0 (45,0; 65,0)	40,0 (37,5; 52,0)*
ІР	79,2 (72,3; 93,0)	74,4 (67,5; 82,5)*
Індекс Скибінської	5863,6 (4452,8; 7711,1)	6488,0 (5194,4; 8742,4)*
АП Баєвського	2,00 (1,89; 2,25)	1,87 (1,73; 2,00)*
РФС за Пироговою	0,740 (0,654; 0,816)	0,786 (0,737; 0,865)*

*: p < 0,05.

Таблиця 2. Показники електрокардіографічного дослідження спортсменів у 1 відведенні на початку та наприкінці експерименту, М (25; 75)

Показник, одиниці вимірювання		ДД	КД ₆	КД ₁₅
ЧСС, хв ⁻¹	На початку	71,4 (63,9; 77,5)	72,4 (67,8; 81,2)	82,0 (72,2; 89,3)**
	Наприкінці	64,3 (60,8; 68,3)	66,2 (62,0; 71,5)*	69,2 (64,9; 74,2)*
QTс, с	На початку	0,412 (0,398; 0,424)	0,413 (0,399; 0,422)	0,420 (0,417; 0,433)**
	Наприкінці	0,409 (0,401; 0,425)	0,413 (0,402; 0,429)	0,420 (0,408; 0,432)*
ST, н. о.	На початку	0,089 (0,034; 0,126)	0,096 (0,039; 0,147)	0,113 (0,034; 0,157)*
	Наприкінці	0,100 (0,068; 0,122)	0,103 (0,065; 0,127)	0,104 (0,071; 0,152)

*: p < 0,05; **: p < 0,01 при порівнянні КД₁₅ і ДД; #: p < 0,05 при порівнянні КД₁₅ і КД₆

при КД₁₅ (табл. 5), які характеризувались значущим зменшенням LF (мс²) порівняно з ДД (табл. 3) та КД₆ (табл. 4) як на початку, так і наприкінці дослідження, значення котрих між собою не відрізнялись.

За параметром HF (мс²) на початку та наприкінці дослідження при ДД (табл. 3) відзначалось певне зменшення з 2035,7 (756,3; 6037,3) до 1693,4 (761,8; 2992,1), ($p < 0,05$).

При виконанні КД₆ (табл. 4) HF (мс²) неістотно збільшується – менше наприкінці дослідження. При КД₁₅ (табл. 5) на початку відзначалось значуще зменшення HF (мс²) до 967,2 (479,6; 2540,2) порівняно з ДД (табл. 3) (2035,7 (756,3; 6037,3)) і КД₆ (табл. 4) (2560,9 (1361,6; 5098,0)), ($p < 0,05$), тоді як наприкінці експерименту суттєвих відмінностей від HF (мс²) при ДД (табл. 3) та КД₆ (табл. 4) не реєстрували.

Значущих відмінностей у параметрі LF/HF на початку та наприкінці експерименту як при ДД (табл. 3), так і при КД₆ (табл. 4) не відзначали. Вірогідні зміни цього показника характеризували ВСР із урахуванням частоти дихання. Однак при КД₁₅ (табл. 5) зменшення LF/HF наприкінці дослідження було значущим, ніж на початку ($p < 0,01$). Доповнив ці дані показник ІЦСР, зміни якого засвідчили суттєве зменшення наприкінці експерименту під час виконанні тесту КД₁₅ (табл. 5) до 0,79 (0,67; 1,23) проти 1,51 (0,60; 2,32) на початку ($p < 0,01$), за відсутності значущих змін при СД (табл. 3) та КД₆ (табл. 4).

Семитижневий цикл тренувань на витривалість за даними стандартних методів дослідження призвів до очікуваних змін у діяльності серцево-судинної системи, які стосувались зниження ЧСС, СТ і ПТ у стані спокою. При цьому інтегральні індекси, котрі характеризують економізацію діяльності серця (ІР), функціональний стан дихальної системи (індекс Скибінської), РФС за Пироговою, що пов'язаний із фізичною працездатністю, та А. П. Баєвського, який характеризує перебіг адаптаційних процесів, істотно поліпшились. На цьому тлі відбувались зміни у реакції показників ЕКГ і ВСР у відповідь на КД.

З огляду на показники ЕКГ можна стверджувати, що при збільшенні витривалості при КД₆ і КД₁₅ порівняно з ДД реактивність ЧСС значуще зменшується, що може свідчити про адекватнішу реакцію ЧСС на гіпервентиляцію, яка відбувається під час виконання тестів. Проте, за показником QTc, який є предиктором раптових розладів кровообігу, при КД₁₅ відзначається певне погіршення, хоча воно не сягає небезпечних значень. Також при КД₁₅ доволі характерним є зменшення наприкінці експерименту порушень реполяризації лівого шлуночка.

Зміни показників ВСР при КД зумовлені частотою та ритмом дихання, але реакція показників ВСР суттєво відрізняється та свідчить, як правило, про можливість включення відповідних механізмів регуляції. При КД₆ істотно збільшуються показники низькочастотної (LF) складової регуляції серцевого ритму, при КД₁₅ – високочастотної (HF). З огляду на характеристики ВСР, їх найчастіше поєднують з активністю симпатичного та парасимпатичного контурів регуляції відповідно. Ці зміни передусім маніфестують при аналізі показників TP (мс²), LF (мс², н. о.), HF (мс², н. о.), LF/HF і ІЦСР, однак їхня вираженість зі збільшенням витривалості

Таблиця 3. Показники ВСР на початку та наприкінці дослідження при довільному диханні, М (25; 75)

Показник, одиниці вимірювання	Довільне дихання (ДД)	
	На початку	Наприкінці
TP, мс ²	4975,5 (2480,0; 11406,2)	4874,6 (2611,2; 13409,6)
VLF, мс ²	564,8 (334,9; 1310,4)	765,2 (299,3; 1108,9)
LF, мс ²	1884,6 (823,7; 3329,3)	1870,6 (697,0; 8854,8)*
LFn, н. о.	48,9 (29,9; 74,1)	49,0 (35,0; 69,1)
HF, мс ²	2035,7 (756,3; 6037,3)	1693,4 (761,8; 2992,1)*
HF, н. о.	49,4 (24,4; 68,1)	46,7 (30,2; 64,2)
LF/HF, мс ² /мс ²	1,00 (0,49; 3,24)	1,11 (0,49; 2,25)
ІЦСР, ум. од.	1,44 (0,63; 3,18)	1,73 (0,91; 5,04)

*: $p < 0,05$.

Таблиця 4. Показники ВСР на початку та наприкінці дослідження при КД₆, М (25; 75)

Показник, одиниці вимірювання	Кероване дихання (КД ₆)	
	На початку	Наприкінці
TP, мс ²	22316,0 (13248,0; 26699,6)	19168,7 (16926,0; 25504,1)
VLF, мс ²	676,4 (445,2; 806,6)	637,6 (470,9; 930,3)
LF, мс ²	18351,3 (9370,2; 21170,3)	17056,4 (13642,2; 19126,9)
LFn, н. о.	83,2 (76,2; 89,0)	83,9 (78,4; 89,6)
HF, мс ²	2560,9 (1361,6; 5098,0)	2218,7 (1383,8; 3931,3)
HFn, н. о.	15,6 (10,2; 22,2)	14,5 (9,8; 18,2)
LF/HF, мс ² /мс ²	5,53 (3,61; 9,00)	5,77 (4,41; 9,00)
ІЦСР, ум. од.	5,56 (3,52; 9,12)	6,23 (4,42; 9,59)

Таблиця 5. Показники ВСР на початку та наприкінці дослідження при КД₁₅, М (25; 75)

Показник, одиниці вимірювання	Кероване дихання (КД ₁₅)	
	На початку	Наприкінці
TP, мс ²	2842,1 (1310,4; 4382,4)	2726,1 (1552,4; 4816,4)
VLF, мс ²	499,7 (225,0; 967,2)	348,0 (196,0; 590,5)*
LF, мс ²	583,2 (285,6; 1274,5)	600,5 (285,6; 1043,3)
LFn, н. о.	41,9 (22,6; 51,5)	34,7 (21,7; 43,3)
HF, мс ²	967,2 (479,6; 2540,2)	1728,8 (829,4; 2683,2)*
HFn, н. о.	54,9 (44,1; 76,1)	63,7 (53,2; 76,8)
LF/HF, мс ² /мс ²	0,81 (0,25; 1,21)	0,57 (0,25; 0,81)**
ІЦСР, ум. од.	1,51 (0,60; 2,32)	0,79 (0,67; 1,23)**

*: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$.

спортсменів змінюється.

Насамперед слід звернути увагу, що показники ВСР на початку та наприкінці тренувань при КД₆ між собою не відрізняються, це дає змогу стверджувати: загалом реакція на низькочастотні впливи при збільшенні витривалості не змінюється.

Водночас збільшення витривалості не призводить при КД₁₅ до відмінностей загальної регуляції серцевого ритму, не впливає на низькочастотні впливи, але викликає суттєво більшу активацію високочастотної складової регуляції серцевого ритму. Останнє відбивається у значущому зменшенні LF/HF як порівняно з вегетативним тонусом на початку дослідження, так і з ДД. Аналогічні зміни показує ІЦСР. Доволі інформативним виявились відмінності VLF складової ВСР при КД₁₅, що засвідчили зменшення нейрогуморальних впливів на серцевий ритм порівняно з ДД і даними на початку дослідження.

Висновки

Використання тестів із КД у спортсменів, які тренували витривалість, дало можливість встановити: збільшення останньої відбивається в реакції показників ВСР на КД₁₅, яка характеризується вираженням збільшенням HF і зменшенням LF/HF. При КД₆ особливостей реакції показників ВСР при збільшенні витривалості не зафіксували.

Перспективи подальших досліджень. Потребують поглибленого вивчення можливості застосування тестів із керуванням диханням із визначенням показників ВСР для дослідження нейрогуморальних впливів на серцевий ритм, характеристики адаптаційних процесів, оцінювання функціональної готовності організму в умовах навчально-тренувального і змагального процесів.

Список літератури

- [1] Панкова Н.Б. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы здорового человека / Н.Б. Панкова. – Lambert Academic Publishing. 2013. – 152 с.
- [2] A Systematic Review on Heart-Rate Recovery to Monitor Changes in Training Status in Athletes / H.A.M. Daneen, R.P. Lamberts, V.L. Kallen, et al. // *Int J Sports Physiol Perform.* – 2012. – Vol. 7(3). – P. 251–260.
- [3] Михалюк Є.Л. Вплив цілорічних тренувань на стан серцево-судинної, автономної нервової системи та фізичної працездатності у жінок-бігунів на 400 метрів / Є.Л. Михалюк, М.В. Діденко, С.М. Малахова // *Патологія.* – 2016. – №1(36). – С. 54–60.
- [4] Комплексный подход к диагностике состояния кардиореспираторной системы у спортсменов / А.П. Романчук, Л.А. Носкин, В.В. Пивоваров, М.Ю. Карганов. – Одесса: Феникс, 2011. – 256 с.
- [5] Carter J.B. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate / J.B. Carter, E.W. Banister, A.P. Blaber // *Sports Med.* – 2003. – Vol. 33(1). – P. 33–46.
- [6] Романчук А.П. Оценка реактивности сердечно-сосудистой системы спортсменов при использовании тестов с регулируемым дыханием / А.П. Романчук // *Journal of Health Sciences.* – 2013. – Vol. 3(4). – P. 335–348.
- [7] Adapting workload improves the measurement of heart rate recovery / R.P. Lamberts, S. Maskell, J. Borresen, M.I. Lambert // *Int. J. Sports Med.* – 2011. – Vol. 32(9). – P. 698–702.
- [8] Short- and long-term effects of a single bout of exercise on heart rate variability: comparison between constant and interval training exercises / L. Mouro, M. Bouhaddi, N. Tordi, et al. // *Eur J Appl Physiol.* – 2004. – Vol. 92(4–5). – P. 508–517.
- [9] Гузій О.В. Чутливість артеріального барорефлексу при відновленні організму після тренувального навантаження / О.В. Гузій, О.П. Романчук // *Запорозький медичний журнал.* – 2016. – №3(96). – С. 24–29.
- [10] The Complex Approach to a Multipurpose Estimation of a Sportsmen Condition // *Polysystemic Approach to School, Sport and Environment Medicine* / A.P. Romanchuk, M. Karganov (Ed.). – OMICS Group eBooks, 2013. – P. 54–86.

References

- [1] Pankova, N. B. (2013). *Ocenka sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy zdorovogo cheloveka [Assessment of the state of the cardiovascular system of a healthy person]*. Lambert Academic Publishing. [in Russian].
- [2] Daneen, H. A. M., Lamberts, R. P., Kallen, V. L., Jin, A., & Van Meeteren, N. L. U. (2012) A Systematic Review on Heart-Rate Recovery to Monitor Changes in Training Status in Athletes. *Int J Sports Physiol Perform*, 7(3), 251–260. doi: org/10.1123/ijsp.7.3.251.
- [3] Mikhalyuk, Ye. L., Didenko, M. V., & Malakhova, S. N. (2016). Vplyv tsilorchnykh trenuvan na stan sertsevo-sudynnoi, avtonomnoi nervovoi systemy ta fizychnoi pratsездatnosti u zhinok-bihuniv na 400metriv [Influence of yearlong training on the state of cardiovascular, autonomic nervous system and physical performance in female 400 meters runners]. *Pathologia*, 1(36), 54–60. doi:10/14739/2310-1237.2016/1/71189.
- [4] Romanchuk, A. P., Noskin, L. A., Pivovarov, V. V., & Karganov, M. Yu. (2011). *Kompleksnyy podkhod k diagnostike sostoyaniya kardiorespiratornoy sistemy u sportmenov [Complex approach to the diagnosis of the cardiorespiratory system in athletes]*. Odessa: Feniks. [in Russian].

- [5] Carter, J. B., Banister, E. W., & Blaber, A. P. (2003). Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *SportsMed.*, 33(1), 33–46. doi: 10.2165/00007256-200333010-00003.
- [6] Romanchuk, A. P. (2013). Ocenka reaktivnosti serdecho-sosudistoy sistemy sportmenov pri ispol'zovanii testov s reguliruemym dykhaniem [Estimation of cardiovascular system reactance of sportsmen at use of tests with controlled respiration]. *Journal of Health Sciences*, 3(4), 335–348. [in Russian].
- [7] Lamberts, R. P., Maskell, S., Borresen, J., & Lambert, M. I. (2011). Adapting orkload improves the measurement of heart rate recovery. *Int. J. SportsMed.*, 32(9), 698–702. doi: 10.1055/s-0031-1275357.
- [8] Mouro, L., Bouhaddi, M., Tordi, N., Rouillon, J. D., & Regnard, J. (2004). Short- and long-term effects of a single bout of exercise on heart rate variability: comparison between constant and interval training exercises. *Eur J Appl Physiol*, 92(4–5), 508–517. doi: 10.1007/s00421-004-1119-0.
- [9] Guzii, O. V., & Romanchuk, A. P. (2016). Chutlyvist arterialnoho barorefleksu pri vidnovlenni orhanizmu pislia trenuvальноho navantazhennia [Sensitivity of arterial baroreflex in the terms of body recovery after training load]. *Zaporozhye medical journal*, 3(96), 24–29. doi: 10.14739/2310-1210.2016.3.76922.
- [10] (2013). The Complex Approach to a Multipurpose Estimation of a Sportsmen Condition. *Polysystemic Approach to School, Sport and Environment Medicine*, A. P. Romanchuk, M. Karganov (Eds), (P. 54–86). OMICS Groupe Books. doi: 10.4172/978-1-63278-000-3-001.

Відомості про автора:

Гузій О. В., канд. наук із фізичного виховання та спорту, доцент каф. здоров'я людини, Львівський державний університет фізичної культури, Україна.

Сведения об авторе:

Гузій О. В., канд. наук по физическому воспитанию и спорту, доцент каф. здоровья человека, Львовский государственный университет физической культуры, Украина.

Information about author:

Guzii O. V., PhD in Physical Education and Sport, Department of Human Health, Lviv State University of Physical Culture, Ukraine.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of Interest: author has no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 19.09.2017

Після доопрацювання / Revised: 26.09.2017

Прийнято до друку / Accepted: 11.10.2017