

## ВЕГЕТАТИВНІ КРИТЕРІЇ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

У роботі за даними комплексного аналізу результатів поліфункціонального дослідження ритмологічних характеристик кардіореспіраторної системи визначені вегетативні критерії фізичної працездатності високого рівня, які характеризуються різноспрямованими впливами на регуляцію серцевого ритму, систолічного та діастолічного артеріального тиску, а також спонтанного дихання.

**Ключові слова:** вегетативна регуляція, кардіореспіраторна система, фізична працездатність.

**Актуальність.** Відомо, що до систем, які визначають функціональний стан організму спортсменів, в першу чергу відносять вегетативну нервову систему (ВНС), що забезпечує адекватний перебіг адаптаційних процесів через регуляцію діяльності всіх вісцеральних систем організму [6].

В останній час для визначення активності і тону су ВНС широко використовують інструментальні методи вивчення варіабельності функцій кардіореспіраторної та інших систем [6]. Однак системний інтегральний підхід до оцінки отриманих при дослідженні показників утруднений, що пов'язано з різними підходами до їх інтерпретації, розрізненими як на рівні методів і умов дослідження, так і одиниць вимірювання абсолютних значень показників [1]. Тому для інтерпретації отриманих даних, пов'язаних з визначенням умовних критеріїв частіше користуються якісними оцінками. Останні, в свою чергу, є достатньо залежними від контингенту обстежених осіб і завдань, які стоять перед дослідником.

**Мета дослідження:** визначення комплексних вегетативних критеріїв фізичної працездатності на підставі уніфікованої моделі оцінки і інтерпретації результатів дослідження.

**Завдання дослідження:** визначення відхилень показників спіроартеріокардіоритмографії з урахуванням рівня фізичної працездатності спортсменів.

**Методи дослідження:** Для вирішення завдання використовувався сучасний поліфункціональний метод дослідження, розроблений ТОВ "Інтокс" (м. Санкт-Петербург) – САКР [3, 4].

Всього було обстежено 1368 осіб, які не мають

підтверженої кардіологічної, неврологічної або іншої хронічної патології і займаються різними видами спорту. Вимірювання показників ЧСС, АТ і паттерну дихання тривалістю 2 хв. проводилось в положенні сидячи на тлі спокійного дихання, в стані відносного фізичного і психічного спокою, в тихому приміщенні за допомогою приладу "САКР". Оцінка отриманих даних проводилась згідно центильних таблиць з урахуванням потрапляння окремих показників у діапазони <5%, 5-25%, 25-75%, 75-95% і >95% [2,5].

В цілому, за даними тестування можливо адекватно визначити: вегетативне забезпечення серцевого ритму (варіабельність серцевого ритму – ВСР), вегетативне забезпечення артеріального тиску (варіабельність систолічного (ВСТ) і діастолічного тиску) (ВДТ), вегетативне забезпечення спонтанного дихання (варіабельність спонтанного дихання – Вдих) [3, 4].

**Результати дослідження.** Інтегральним показником функціонального стану організму і кардіореспіраторної системи є фізична працездатність. Тому для досягнення поставленої мети з використанням Гарвардського степ-тесту були обстежені 100 кваліфікованих спортсменів (53 кмс, 34 мс і 13 мсмк) у віці від 18 до 28 років, що займаються різними видами спорту (в основному ациклічної спрямованості), з них 69 чоловічої та 31 жіночої статі. За результатами виконання Гарвардського степ-тесту були сформовані 3 групи: 1 – з високим рівнем PWC (54 особи, з них 13 жінок і 41 чоловік), 2 – з рівнем PWC вище середнього (33 особи, з них 11 жінок і 22 чоловіки), 3 – з середнім рівнем PWC (13 осіб, з них 7 жінок і 6 чоловіків). Пересічні значення ІГСТ в досліджених групах представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Пересічні значення ІГСТ у чоловіків і жінок з різним рівнем PWC

Рівень ІГСТ	Ж	Ч
Високий	110,2 ± 12,4	105,0 ± 9,3
Вище середнього	86,0 ± 2,1	85,5 ± 2,0
Середній	75,4 ± 1,8	76,9 ± 1,4

Для досягнення поставленої в роботі мети доцільним було проаналізувати граничні відхилення окремих показників, які потрапляли у діапазони <5% та >95% в досліджених групах. Вважається, що перевищення 5% зустрічності в досліджуваних діапазонах свідчить наступне: до 10% - про незначну тенденцію, від 10% до 20% - виражену тенденцію і більше 20% - про характерні зміни показника.

Аналізуючи показники ВСР в досліджуваних "Наука і освіта", №4, 2013

групах у стані спокою слід відзначити (табл. 2), що при високому рівні PWC найбільш збалансованим є надсегментарний (VLF-компонент) рівень регуляції СР при тому, що у спортсменів 2 і 3 груп відзначаються значимі зрушення даного показника як у бік зниження, так і у бік збільшення. Характерним для всіх груп є збільшення загальної потужності ВСР (ТР), хоча й поза зв'язком з рівнем PWC, не дивлячись на те, що саме даний показник частіше

пов'язують зі збільшенням адаптаційних можливостей і рівня кардіотренованості спортсмена. Значущими є збільшення внесків симпатичної (LF-компонент) і парасимпатичної (HF-компонент) складових, які відзначаються на рівні від виражено збільшених до характерних. В той же час, оцінюючи їх внесок, окремо можна відзначити, що при високому рівні переважає LF-компонент, при рівні вище середнього – HF-компонент, при середньому – обидва компоненти збільшені в однаковій мірі. Певним чином доповнюють отримані дані показники співвідношення LF і HF-компонент. Причому при середньому рівні PWC від-

значається найбільш виражена тенденція до парасимпатикотонії (27,3%), а при рівнях PWC вище середнього і високому – помірні тенденції до симпатикотонії і парасимпатикотонії.

Тобто при аналізі показників ВСР можна відзначити, що характерним для високого рівня PWC є збільшення TP за рахунок збільшення LF і HF-компонентів і інтактності VLF-компонента ВСР. При більш низьких рівнях PWC підвищується внесок VLF-компонента у збільшення TP, а відношення LF і HF-компонентів, яке зв'язують з переважанням тону ВНС не є інформативним щодо рівня PWC.

Таблиця 2

Варіанти зустрічності граничних відхилень показників ВСР у стані спокою в досліджуваних групах

Параметр	1 група		2 група		3 група	
	<5	>95	<5	>95	<5	>95
TP, мс	2,2	<b>19,6</b>	<b>6,7</b>	<b>16,7</b>	0,0	<b>27,3</b>
VLF, мс	2,2	2,2	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>	<b>18,2</b>	<b>9,1</b>
LF, мс	4,3	<b>34,8</b>	0,0	<b>13,3</b>	0,0	<b>36,4</b>
HF, мс	2,2	<b>23,9</b>	0,0	<b>20,0</b>	0,0	<b>36,4</b>
LFHF, мс <sup>2</sup> /мс <sup>2</sup>	<b>8,7</b>	<b>13,0</b>	<b>13,3</b>	<b>10,0</b>	<b>27,3</b>	0,0

Таблиця 3

Варіанти зустрічності граничних відхилень показників ВСТ в стані спокою у досліджуваних групах

Параметр	1 група		2 група		3 група	
	<5	>95	<5	>95	<5	>95
TP <sub>СТ</sub> , мм рт.ст	4,3	2,2	3,3	3,3	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>
VLF <sub>СТ</sub> , мм рт.ст	<b>8,7</b>	<b>6,5</b>	3,3	3,3	0,0	<b>10,0</b>
LF <sub>СТ</sub> , мм рт.ст	2,2	<b>8,7</b>	<b>13,3</b>	3,3	0,0	<b>10,0</b>
HF <sub>СТ</sub> , мм рт.ст	<b>19,6</b>	0,0	<b>13,3</b>	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>
LFHF <sub>СТ</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup> /мм рт.ст <sup>2</sup>	4,3	<b>21,3</b>	6,7	<b>13,3</b>	<b>9,1</b>	0,0

Аналізуючи дані, представлені в табл. 3, слід зазначити, що в стані спокою TP<sub>СТ</sub> у спортсменів 1 і 2 груп варіантів перевищення граничних відхилень не відзначалось. В 3 групі спостерігалась помірна тенденція у бік зниження і збільшення TP<sub>СТ</sub>. Заслугує на увагу також незначна тенденція до зниження і збільшення VLF-компонента в 1 групі, відсутність таких у 2 групі і тенденція до збільшення VLF-компонента в 3 групі. Значущим при високому рівні PWC є виражена тенденція до зниження HF-компонента регуляції за умови незначної тенденції до збільшення LF-компонента ВСТ. Останнє характеризує виражену тенденцію до переважання симпатикотонічних впливів на СТ (у кожного 5 спортсмена). У 2 і 3 групах виражених тенденцій у відхиленнях показників ВСТ не відзначається. Певна дизрегуляція частотних впливів ВСТ відзначається у 2 групі, яка характеризується помірними тенденціями до зниження LF-компонента при помірних тенденціях до збільшення і зниження HF-компонента, відношення яких в 13,3% випадків свідчить про переважання симпатикотонічних (LF) впливів. В 3 групі відзначаються помірні тенденції до збільшення LF-компонента при помірних тенденціях до збільшення і зменшення HF-компонента, відношення яких свідчить про незначну тенденцію до ви-

раженої парасимпатикотонії.

Таким чином, регуляторні впливи на СТ при високому рівні PWC чітко диференціюються відсутністю варіантів вираженого зниження і збільшення TP<sub>СТ</sub> за умови вираженої тенденції до зниження HF-компонента і збільшення відношення LF/HF, яке свідчить про переважання симпатикотонії. До факторів лімітуючих PWC при її рівні вище середнього слід віднести неузгодженість LF і HF впливів, при середньому рівні PWC – нестабільність насосної функції серця (у 20% спортсменів), яка забезпечує TP<sub>СТ</sub>.

Аналізуючи дані, представлені у табл. 4, слід відзначити, що значущі граничні відхилення показників ВДТ в досліджуваних групах диференціюються тільки за рівнем зниження VLF-компонента і то незначно: в 1 групі такі варіанти відсутні, в 2 групі є незначна тенденція, а в 3 групі – виражена тенденція. За рівнем зниження HF-компонента регуляції ДТ у всіх групах відзначається помірно-виражена тенденція. Також у всіх групах відзначається переважна неузгодженість впливів симпатичної і парасимпатичної гілок ВНС як у бік вираженого переважання LF-компонента, так і у бік вираженого переважання HF-компонента. В сумі такі впливи у 1 групі зустрічаються в 71,7% випадків, у 2 групі – в 66,7% випадків і в 3 групі – в 63,6% випадків.

Таким чином, характерною особливістю регуляції ДТ у спортсменів є неузгодженість автономних впливів з переважним збільшенням симпатикотонічних впливів від 46,7% до 63% випадків і тенденцією до зниження HF-компоненти. Диференціюються гру-

пи з різним рівнем PWC тільки за ступенем зниження надсегментарної складової (VLF-компонент) регуляції ДТ, яка при високому рівні PWC є максимально збалансованою.

Таблиця 4

Варіанти зустрічності граничних відхилень показників ВДТ у стані спокою в досліджуваних групах

Параметр	1 група		2 група		3 група	
	<5	>95	<5	>95	<5	>95
TP <sub>ДТ</sub> , мм рт.ст	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
VLF <sub>ДТ</sub> , мм рт.ст	4,3	2,2	<b>10,0</b>	0,0	<b>20,0</b>	0,0
LF <sub>ДТ</sub> , мм рт.ст	0,0	4,3	3,3	3,3	0,0	0,0
HF <sub>ДТ</sub> , мм рт.ст	<b>10,9</b>	2,2	<b>13,3</b>	6,7	<b>20,0</b>	0,0
LFHF <sub>ДТ</sub> , мм рт.ст <sup>2</sup> /мм рт.ст <sup>2</sup>	<b>8,7</b>	<b>63,0</b>	<b>20,0</b>	<b>46,7</b>	<b>9,1</b>	<b>54,5</b>

Таблиця 5

Варіанти зустрічності граничних відхилень показників Вдих в стані спокою у досліджуваних групах

Параметр	1 група		2 група		3 група	
	<5	>95	<5	>95	<5	>95
TR <sub>дих</sub> , л/хв	<b>28,9</b>	0,0	<b>30,0</b>	0,0	<b>27,3</b>	0,0
VLF <sub>дих</sub> , л/хв	<b>24,4</b>	0,0	<b>26,7</b>	3,3	<b>18,2</b>	0,0
LF <sub>дих</sub> , л/хв	<b>8,9</b>	<b>15,6</b>	<b>13,3</b>	3,3	<b>9,1</b>	0,0
HF <sub>дих</sub> , л/хв	<b>31,1</b>	0,0	<b>16,7</b>	0,0	<b>18,2</b>	0,0
LFHF <sub>дих</sub> , (л/хв) <sup>2</sup> /(л/хв) <sup>2</sup>	2,2	<b>35,6</b>	6,7	<b>10,0</b>	0,0	<b>9,1</b>

Достатньо інформативними виявились показники Вдих (табл.5), які свідчили про виражену тенденцію до зниження TR<sub>дих</sub> і VLF<sub>дих</sub>-компонента у всіх групах спортсменів, HF<sub>дих</sub>-компонент у всіх групах також мав тенденцію до зниження, однак найбільше суттєвим майже у кожного третього спортсмена (31,1%) зниження було в 1 групі. У всіх групах також відзначались незначна і помірні тенденції до зниження LF<sub>дих</sub>-компонента регуляції спонтанного дихання, однак у 1 групі відзначалась помірні тенденція до підвищення LF-компонента (в 15,6% випадків). На кінець саме за збільшенням відношення LF/HF<sub>дих</sub> (35,6% випадків) група з високим рівнем PWC диференціюється від 2 і 3 груп, в яких відзначається тільки незначна тенденція до його збільшення (в 9,1% і 10% випадків).

Тобто, за показниками Вдих група спортсменів з високим рівнем PWC чітко диференціюється за тенденцією до збільшення LF-компонента регуляції, більш вираженим зниженням HF<sub>дих</sub>-компонента, що характеризується також вираженим збільшенням відношення LF/HF<sub>дих</sub>. Групи з рівнем PWC вище серед-

нього і середнього за показниками Вдих між собою не відрізняються.

**Висновки.** Комплексне вивчення варіабельності функцій кардіореспіраторної системи дозволило виявити достатньо чіткі відмінності вегетативного забезпечення при високому рівні PWC, які можна охарактеризувати наступним чином:

- помірно виражене підвищення регуляції серцевого ритму за рахунок збільшення активності симпатичної і парасимпатичної гілок при незмінності надсегментарних впливів;
- оптимальна регуляція систолічного тиску на тлі зменшення парасимпатичних впливів та вираженого переважання симпатикотонії;
- оптимальний вплив надсегментарних ланок регуляції діастолічного тиску;
- збільшення активності симпатичної гілки на тлі вираженого зниження активності парасимпатичної гілки і відповідного вираженого переважання симпатикотонічних впливів.

## ЛІТЕРАТУРА

1.Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., и др. // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65 – 86.

2.Гублер Е.В. Информатика в патологии, клинической медицине и педиатрии / Е.В. Гублер. – Л. : Медицина –1990. – 376 с.

3.Пивоваров В.В. Измерительно-информационная "Наука і освіта", №4, 2013

система функциональной диагностики нервной регуляции кровообращения. Часть I. Разработка. / В.В. Пивоваров // Датчики и системы. – 2008. – № 10. – С. 2-8.

4.Пивоваров В.В. Измерительно-информационная система функциональной диагностики нервной регуляции кровообращения. Часть II. Реализация / В.В. Пивоваров // Датчики и системы. – 2008. – № 12. – С. 2-5.

5.Романчук А.П. Комплексный подход к диагностике состояния кардиореспираторной системы у

спортсменов / А.П. Романчук, Л.А. Носкин, В.В. Пивоваров, М.Ю. Карганов. – Одеса: "Феникс", 2011. – 256 с.

6. Warburton DER, Sheel WA, McKenzie DC Car-

diorespiratory adaptations to training. In: Schwellnus MP, ed. The Olympic Textbook of Sports Medicine. West Sussex, UK: Wiley-Blackwell (2008)

*Подано до редакції 11.03.13*

---