

## ОБ'ЄМНА ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СПОНТАННОГО ДИХАННЯ В ОЦІНЦІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ

### VOLUMETRIC VARIABILITY OF SPONTANEOUS RESPIRATION IN THE ASSESSMENT OF THE BODY FUNCTIONAL STATE

Романчук О.П.

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

**Анотація.** У статті проаналізовано результати попередніх досліджень, в яких проводилось визначення об'ємної варіабельності спонтанного дихання (ОВД). Показано, що є передумови вважати параметри ОВД важливими для оцінки функціонального стану організму.

**Ключові слова:** об'ємна варіабельність дихання, функціональний стан організму.

**Abstract.** The article analyzes the results of previous studies, which determined the volumetric variability of spontaneous respiration (VVR). It is shown that there are prerequisites to consider the parameters of VVR important for assessing the body functional state.

**Key words:** volumetric variability respiration, body functional state.

**Вступ.** Важливою складовою дослідження функціонального стану організму людини є визначення його наявних та резервних (адаптаційних) можливостей, що прогнозує та визначає стан здоров'я та перебіг патологічних процесів [1].

Одним з методів оцінки функціонального стану організму є спектральний аналіз варіабельності показників кардіореспіраторної системи [5,6]. Є величезна кількість публікацій з аналізу варіабельності серцевого ритму (ВСР), який широко використовується в різних галузях медицини, фізіології і спорту. З'явилися публікації з аналізом варіабельності артеріального тиску на кожному серцевому скороченні [9,10,12,13]. Нами запропоновано та впроваджено в практику дослідження об'ємної варіабельності дихання (ОВД) за короткими проміжками [2,9,10,14-16], результатів дослідження якої у літературних джерелах вкрай недостатньо [17].

**Метою дослідження** був попередній аналіз отриманих раніше результатів визначення показників ОВД при обстеженнях здорових осіб, спортсменів та осіб з патологією дихальної системи.

**Матеріали та методи.** Нашу увагу привернув інтегральний метод дослідження кардіореспіраторної системи – спіроартеріокардіоритмографія (САКР), який у одночасному режимі реєстрації фіксує серцевий ритм, ритми артеріального тиску та ритми дихання [11,12]. Ультразвуковий датчик приладу САКР дозволяє вимірювати потоки повітря на вдиху та видиху і за параметрами спірограми розрахувати показники ОВД: загальну потужність дихання ( $TR_d$  (л/хв)<sup>2</sup>), потужність дихання у понаднизькочастотному діапазоні ( $VLF_d$  (л/хв)<sup>2</sup>), потужність дихання у низькочастотному діапазоні ( $LF_d$  (л/хв)<sup>2</sup>) та потужність дихання у високочастотному діапазоні ( $HF_d$  (л/хв)<sup>2</sup>) та  $LF/HF_d$  (відношення  $LF$  та  $HF$ , у.о.).

**Отримані результати.** Дослідження ОВД у 1930 практично здорових осіб чоловічої статі молодого віку у стані спокою при спонтанному диханні дозволило визначити нормативні ( $Q_1$ - $Q_3$ ) межі розподілу показників ОВД в різних частотних діапазонах (аналогічних ВСР):  $TR_D$  (л/хв)<sup>2</sup> – 290,0-635,0;  $VLF_D$  (л/хв)<sup>2</sup> – 1,3-4,8;  $LF_D$  (л/хв)<sup>2</sup> – 7,9-33,6;  $HF_D$  (л/хв)<sup>2</sup> – 207,4-547,5;  $LF/HF_D$  (у.о.) – 0,025-0,150 [10]. Показники ОВД досліджувались також у 58 кваліфікованих спортсменів з високим та низьким рівнем МСК [9], що засвідчило вірогідні відмінності  $TR_D$  (л/хв)<sup>2</sup> – 231,0 (158,8; 342,3) проти 349,7 (210,3; 524,4) та  $HF_D$  (л/хв)<sup>2</sup> – 174,2 (62,4; 285,6) проти 237,2 (90,3; 404,0), відповідно. При цьому значення  $Q_3$  показника  $LF_D$  (л/хв)<sup>2</sup> – були в обох групах істотно вищими у порівнянні з нормативним розподілом (84,6 та 64,0, відповідно проти 33,6). Аналізувались відмінності ОВД 202 висококваліфікованих спортсменів у стані спокою з урахуванням типу регуляції серцевого ритму [16], які показали, що при централізації регуляторних впливів на серцевий ритм, які свідчать про розвиток втоми,  $TR_D$  (л/хв)<sup>2</sup> був значуще більший, ніж при переважанні автономних впливів 416,0 (331,0; 888,0) проти 277,0 (213,0; 339,0), що визначалось істотно більшими значеннями  $HF_D$  (л/хв)<sup>2</sup> – 357,0 (286,0; 807,0) проти 180,0 (107,0; 260,0). Цікавим виявилось те, що при переважанні автономних впливів відносний внесок  $LF_D$  мав тенденцію до більших значень, ніж при централізації регуляції серцевого ритму. Аналіз динамік показників ОВД у цій групі спортсменів за впливу тренувального навантаження показав, що вони диференціюються при розвитку симпатичного перенапруження [14]. Окремо досліджувались динаміки даних показників у 9 спортсменів при змагальному навантаженні [15]. Останнє засвідчило, що  $TR_D$  (л/хв)<sup>2</sup> наступного після змагального навантаження ранку повертається до передзмагальних значень 420,3 (163,8; 600,3) проти 400,0 (338,6; 479,6), а через день значуще знижується

до 231,0 (213,2; 278,9), що засвідчувало істотну економізацію функції дихання. При цьому динаміка  $LF_D$  (л/хв)<sup>2</sup> характеризувалась значущим зменшенням через день після змагання до 6,8 (2,9; 9,6) з 13,7 (9,0; 22,1) перед змаганням та з 11,6 (2,6; 31,4) наступного після змагання ранку, а динаміка  $HF_D$  (л/хв)<sup>2</sup> – значущим зменшенням через день після змагання до 210,3 (204,5; 225,0) з 302,8 (216,1; 400,0) перед змаганням та з 269,0 (125,4; 376,4) наступного після змагання ранку. У даному випадку заслуговують на увагу найбільші значення  $HF_D$  (л/хв)<sup>2</sup> наступного ранку після змагання, що може свідчити про активізацію високочастотних впливів на дихання під час відновлення.

Достатньо вагомими виявились відмінності показників ОВД при дослідженні 86 пацієнтів з контрольованим та неконтрольованим перебігом бронхіальної астми [4], які засвідчили істотне збільшення  $TR_D$  (л/хв)<sup>2</sup> в обох групах пацієнтів до 1373,4 (721,0; 3378,1) та 1162,8 (625,0; 1814,8), відповідно. Останнє відбувалось за рахунок збільшення всіх частотних складових. Найбільший внесок у зростання мала  $HF_D$  (л/хв)<sup>2</sup> – 1217,0 (622,5; 2987,9) та 818,0 (453,7; 1267,4), відповідно. А диференціювались групи за рахунок переважання у осіб з контрольованим перебігом  $LF_D$  (л/хв)<sup>2</sup> – 44,2 (29,7; 61,6) проти 26,0 (11,6; 64,0). Це засвідчувало більш виражений вплив низькочастотної регуляції, що могло характеризувати інтермітуючий перебіг. Окремо [2], також було показано, що вагоме місце в регуляції дихальної функції займає наявність надмірної ваги та ожиріння.

**Обговорення результатів.** Регуляція дихання має значну індивідуальну та ситуативну варіативність. Саме останнє зупиняє спроби досліджувати спонтанне дихання, а також перекладає науковий пошук на дослідження перфузійно-вентиляційних спроможностей дихального апарату. Безумовно, це є важливим з позицій розуміння

киснезабезпечення та газообміну, проте не дозволяє в повній мірі охарактеризувати регуляторні впливи, обмежуючись хемо- та механорецепторним механізмами. Останніми роками з'явилися результати низки досліджень, проведених в лабораторних умовах, які аналізують центральні модулюючі впливи на дихання [3,7,8]. Вони розкривають нові механізми керування дихання. Проведені нами дослідження дозволяють стверджувати, що важливою складовою оптимального функціонального стану організму є механізми, які забезпечують ОВД. Адже, показники ОВД, які розраховуються з використанням спектрального аналізу дозволяють розрізнити різночастотні впливи, що може істотно доповнювати інформацію щодо регуляторних впливів на дихальну систему. З іншого боку ці впливи передаються на функції серцево-судинної системи, газообміну, метаболізму [18]. Також, добре відомими є можливості керованого дихання, яке часто використовується для стабілізації нервово-психічного стану, при терапії різних патологій тощо. Останнє за принципом зворотного зв'язку активізує певні ділянки ЦНС, сприяючи формуванню нових більш сприятливих для організму функціональних систем, які оптимізують або запускають механізми саногенезу.

**Висновок.** ОВД є важливою характеристикою функціонального стану організму. Його вивчення дозволить розкрити нові механізми формування патологічних функціональних систем (частіше вадних кіл), які супроводжують розвиток та перебіг низки неінфекційних захворювань, а у перспективі розробити цілеспрямовані засоби корекції функціонального стану організму з акцентом на активізацію механізмів саногенезу.

### Список літератури

1. Баевский Р, Берсенева А. *Введение в донозологическую диагностику*. Москва: Слово; 2008.
2. Бажора Я., Романчук О. Варіабельність та паттерн дихання пацієнтів з персистуючим перебігом бронхіальної астми та ожирінням. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2018;3(7):74–83.
3. Носкин Л и др. Изучение сердечно-сосудистого и дыхательного синхронизма при различных режимах дыхания. *Патогенез*. 2018;16(4):90-6.
4. Романчук О, Величко В, Бажора Ю. Реактивність кардіореспіраторної системи в пацієнтів із бронхіальною астмою за даними тестів із керованим диханням. *Запорізький медичний журнал*. 2019; 21(4):449-457
5. Akselrod S et al. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis, *Am J Physiol*, 1985; 249:H867–875.
6. Eckberg D. Physiological basis for human autonomic rhythms, *Ann Med*, 2000; 32(5):341-9.
7. Heck D et al. Breathing as a Fundamental Rhythm of Brain Function. *Front. Neural Circuits* 2017; 10:115.
8. Girin B et al. The deep and slow breathing characterizing rest favors brain respiratory-drive. *bioRxiv*. 2020; doi:10.1101/2020.07.30.226563
9. Guzii O, Romanchuk A. Multifunctional determinants of athletes' health. *JOMHR*. 2017; 2(1):12-21.
10. Guzii O et al. Polyfunctional express-evaluation criteria of the sportsman organism state. *J Phys Educ Sport*. 2019;19(4):2352-8.
11. Noskin L, Rubinskiy A, Romanchuk A. Indications of the Level Individual Cardiovascular and Respiratory Homeostasis Using Continuous Spiroarteriocardiography. *Biomed J Sci Tech Res*. 2018 Jun 27;6(1)
12. Pankova N et al. Cardiovascular system parameters in participants of arctic expeditions. *Int J Occup Med Envir Heal*, 2020; 33(6):1-10.
13. Romanchuk A, Guziy O. Level of Athlete's Health and Blood Pressure

- Variability. *Biomed J Sci Tech Res*. 2018;10(3).
14. Romanchuk O, Guzii O. Peculiarities of Changes in Respiratory Variability under the Influence of Training Load in Athletes with Cardiovascular Overstrain by Sympathetic Type. *Int J Educ Sci*. 2020;3(2):54.
  15. Romanchuk A, Guzii O. Respiration variability of athletes after competition load. *Rev Bras Med Esporte*. 2018; 24(5 Suppl.1):78.
  16. Romanchuk A, Guzii O. Variability and Pattern of Spontaneous Respiration in Different Types of Cardiac Rhythm Regulation of Highly Trained Athletes. *Int J Hum Mov Sport Sci*. 2020;8(6):483-93.
  17. Shams S, LeVan P, Chen J. The neuronal associations of respiratory-volume variability in the resting state. *bioRxiv*. 2020; doi:10.1101/2020.10.01.322800
  18. Vaschillo E. et al. A Computational Physiology Approach to Personalized Treatment Models: The Beneficial Effects of Slow Breathing on the Human Cardiovascular System, *AJP Heart and Circulatory Physiology*. 2014;307(7):1073–91.

#### **Відомості про авторів / Information about the Authors**

**Романчук Олександр Петрович**, доктор медичних наук, професор, професор кафедри фізичної терапії та ерготерапії, Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, м. Львів, Україна

**Romanchuk Oleksandr**, doctor of Medical Science, Professor, Professor of Department of Physical Therapy and Erhotherapy, Ivan Bobersky Lviv State University of Physical Culture, Lviv, Ukraine

**ORCID ID: 0000-0001-6592-2573**

**e-mail: doclfc@ua.fm**