

**СРАВНЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ
ВЕГЕТАТИВНЫХ ПРОБ И ФОНОПЕДИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ**

А.Н. Коваленко, К.Б. Султонова, Н.М. Никонов, В.И. Попадюк, Д.В. Гордеев, А.Д. Седельникова
Российский университет дружбы народов, Москва, РФ
КАН: 0000-0003-1401-3550, СКБ: 0000-0002-4551-5038, ННМ: 0000-0002-6106-5866,
n.nikonov692@gmail.com

**COMPARISON OF CHANGES IN HEART RATE VARIABILITY DURING PERFORMANCE OF
VEGETATIVE TESTS AND PHONEPEDIC EXERCISES**

A.N. Kovalenko, K.B. Sultonova, N.M. Nikonov, V.I. Popadyuk, D.V. Gordeev, A.D. Sedelnikova
Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia
RUDN University, Moscow, Russia

Резюме: Исследование было направлено на выявление любого влияния дыхательных упражнений на ВСР и сравнение его с физическими упражнениями с использованием кратковременной записи ЭКГ. 3-минутные записи ЭКГ были сделаны до и после приседаний и дыхательных упражнений для 13 здоровых студентов (8 женщин, 5 мужчин) в возрасте от 19 до 21 года. В качестве наиболее важных параметров были извлечены rMSSD, LF, HF, LF / HF из записей ЭКГ. Мы обнаружили два типа сердечно-сосудистых реакций на основе rMSSD. Первый тип ответа связан с уменьшением rMSSD после приседа и стояния и увеличением rMSSD после дыхания. Второй тип реакции проявляется в противоположных эффектах. К сожалению, полученные данные не позволили раскрыть причины этих явлений.

Ключевые слова: дыхательные упражнения, вариабельность сердечного ритма, голосовые упражнения.

DOI: 10.25792/HN.2022.10.2.S1.11-14

Для цитирования: Коваленко А.Н., Султонова К.Б., Никонов Н.М., Попадюк В.И., Гордеев Д.В., Седельникова А.Д. Сравнение изменений вариабельности сердечного ритма при выполнении вегетативных проб и фонопедических упражнений. *Head and neck. Russian Journal.* 2022;10(2, Прил.1): 11-14.

Abstract: Our study was aimed to detect any influence of vocal breathing exercises HRV and to compare it to that of physical exercises using short-term ECG recording. 3-minutes ECG records were made before and after squat-stands and breathing exercises for 13 healthy students (8 women, 5 men) aged from 19 to 21. As the most relevant parameters, rMSSD, LF, HF, LF/HF were extracted from ECG records. We found two types of cardiovascular response based on rMSSD. The first type of response is associated with post-squat-stand rMSSD decrease and post-breathing rMSSD increase. The second type of response is manifested in the opposite effects.

Unfortunately, obtained data did not let to uncover causes these phenomena.

Keywords: Breathing exercises, heart rate variability, vocal exercises.

For citations: Kovalenko A.N., Sultonova K.B., Nikonov N.M., Popadyuk V.I., Gordeev D.V., Sedelnikova A.D. Comparison of changes in heart rate variability during performance of vegetative tests and phonopedic exercises. *Head and neck. Russian Journal.* 2022;10(2, Suppl.1): 11-14 (In Russian).

Введение. Голосовые и дыхательные упражнения приводят улучшению качества жизни и зачастую к более длительной ремиссии у пациентов [1] с такими хроническими заболеваниями, как бронхиальная астма [1, 2], хроническая обструктивная болезнь легких [3-9], рассеянный склероз [10], болезнь Паркинсона [11, 12] и др.

Частота сердечных сокращений (ЧСС) у людей колеблется в фазе с дыхательным циклом. Обычно ЧСС увеличивается во время вдоха и уменьшается во время выдоха. Это явление называется дыхательной синусовой аритмией (RSA) [13]. Изменения частоты дыхания и глубины вентиляции, которые обычно происходят во время различных поведенческих задач (например, умственная арифметика, велосипедная эргометрия, воздействие стимулов, вызывающих тревогу), могут значительно влиять на уровни RSA [14]. Исследовать приспособляемость организма к изменяющимся окружающим факторам помогает метод оценки вариабельности сердечного ритма [15].

Голосовая терапия и вокальная тренировка обычно связаны с изменением ритма дыхания у субъекта для улучшения звукового фона [1, 16, 17].

Следовательно, вокальные дыхательные упражнения могут давать комплекс интегрированных респираторных и сердечно-сосудистых реакций.

Цель исследования. В настоящем исследовании мы попытались раскрыть влияние дыхательных упражнений на сердечно-сосудистую систему по

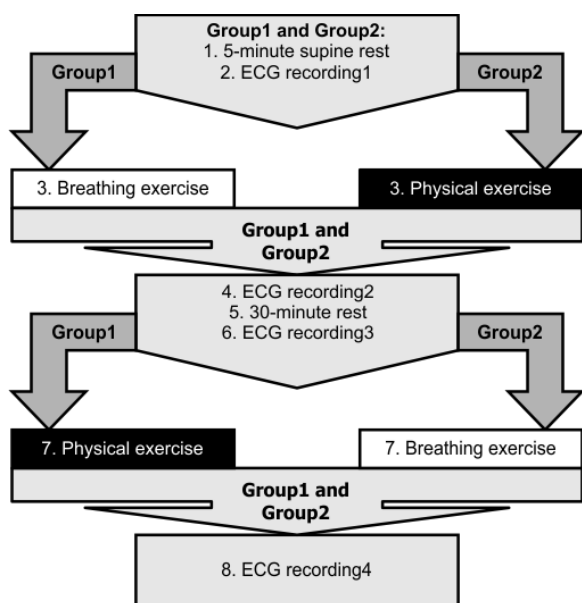
сравнению с простыми физическими упражнениями с применением кратковременной записи ЭКГ.

Пациенты и методы. Пациенты и методы. Испытуемые: Тринадцать здоровых молодых людей (28 женщин и 36 мужчин 19-20 лет с индексом массы тела $22,9 \pm 5,2$ кг/м²) были включены в данное исследование. Все обследуемые не имели сопутствующих сердечно-сосудистых, респираторных и цереброваскулярных заболеваний и не принимали никаких лекарств, и воздерживались от физических упражнений, кофеина и алкогольных напитков в течение не менее 12 часов до сбора данных. Критерием у женщин исключения являлись аменорея и дисменорея, а обследование у них проводилось на 10-й день после начала менструального цикла.

Мы случайным образом разделили участников на группу 1 (14 женщин и 18 мужчин $19,8 \pm 0,4$ года, индекс массы тела: $23,1 \pm 3,9$ кг/м²) и группу 2 (14 женщин и 18 мужчин $19,9 \pm 0,7$ года, индекс массы тела: $22,6 \pm 6,4$ кг/м²).

Дизайн исследования представлен на рис. 1.

Рисунок 1. Дизайн исследования.



Были сформированы две группы, чтобы выяснить, изменилась ли последовательность упражнений.

Записи ЭКГ: 3-минутные записи ЭКГ были получены в положении лежа на спине с использованием Вюрас МР30В-СЕ с тремя отведениями и проанализированы с помощью программного обеспечения Kubios HRV 2.1. В качестве наиболее важных параметров мы извлекли rMSSD, LF и HF из записей ЭКГ [18, 19]. Статистический анализ был выполнен с использованием JASP версии 0.10.2.

Физические упражнения: в качестве физической нагрузки использовались приседы на корточках (SSM). Цикл приседаний выполняли при частоте 0,17 Гц (3 с на корточках, затем 3 с в положении стоя) в течение 3 мин.

Дыхательные упражнения: периодическое громкое произношение / s / sound использовалось в качестве дыхательного упражнения. Это было выполнено таким же образом: 0,17 Гц (3 с выдохом на громком / с / с последующим 3 с естественного дыхания) в течение 3 мин.

Результаты. Межгрупповое сравнение перед экспериментом. Мы сравнили данные BCP групп перед нашим экспериментом, используя U-критерий Манна-Уитни, и не обнаружили значительной разницы ($p > 0,05$). Сравнение показало, что группы были равны в отношении их сердечно-сосудистых свойств. Данные представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Предварительное межгрупповое сравнение BCP.

rMSSD1 (ms)	LF1 (n.u.)	HF1 (n.u.)	LF1/HF1
Group1			
47.2±22.2	50.9±16.3	49.1±16.3	1.2±0.7
Group2			
36.2±15.7	62.6±14.1	37.4±14.1	2.0±1.2

Межгрупповое сравнение перед упражнениями. Кроме того, межгрупповое сравнение BCP до дыхательных упражнений и физических упражнений проводилось с использованием U-критерия Манна-Уитни. Данные могут быть найдены в таблице 2 и таблице 3.

Таблица 2. Межгрупповое сравнение BCP перед дыхательными упражнениями.

sp-rMSSD (ms)	sp-LF (n.u.)	sp-HF (n.u.)	sp-LF/HF
Group1			
47.2±22.2	50.9±16.3	49.1±16.3	1.2±0.7
Group2			
39.9±13.4	52.0±13.5	48.0±13.5	1.3±0.8

Таблица 3. Межгрупповое сравнение BCP перед физическими упражнениями.

ex-rMSSD (ms)	ex-LF (n.u.)	ex-HF (n.u.)	ex-LF/HF
Group1			
48.8±16	56.9±24.9	43.1±24.9	2.8±3.7
Group2			
36.2±15.7	62.6±14.1	37.4±14.1	2.0±1.2

Существенных различий не обнаружено. Поэтому мы решили объединить данные обеих групп в соответствии с типом упражнения.

Breathing exercise				Physical exercise		
	d(sp-rMSSD)	d(sp-LF), n.u.	d(sp-LF/HF)	d(sp-rMSSD)	d(sp-LF), n.u.	d(sp-LF/HF)
снижение	-9,97±3,14	-6,99±1,22	-0,36±0,09	-7,27±1,96	-17,46±2,35	-1,69±0,024
увеличение	11,15±3,11	10,94±2,45	0,64±0,22	2,32±0,54	18,4±4,04	0,75±0,19

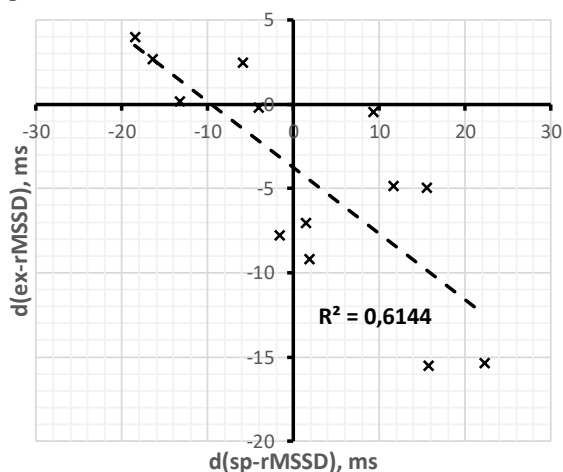
Таблица 4. Различия показателей ВСР.

Сравнение результатов ВСР до и после упражнений. Для каждого субъекта были рассчитаны различия rMSSD, LF, HF и LF / HF до и после упражнений. Значения приведены в Таблице 4. Различия для ВЧ не представлены, так как они равны разностям НЧ с обратным знаком.

Линейная регрессия выявила умеренную связь между различием rMSSD для дыхательных упражнений d (sp-rMSSD) и физических упражнений d (ex-rMSSD) (Рис. 2).

Это открытие в основном означает, что у субъектов с повышением rMSSD после приседания в стойке наблюдалось снижение rMSSD после дыхания и наоборот.

Рисунок 2. Соотношение между разницей rMSSD для физических упражнений d (ex-rMSSD) и разницей rMSSD для дыхательных упражнений d (sp-rMSSD).



Обсуждение. В предыдущих исследованиях нами было показано, что при выполнении физических упражнений увеличивался тонус симпатической нервной системы [20]. В свою очередь, дыхательные упражнения провоцировали увеличение тонуса блуждающего нерва за счет активации барорефлекса [21-23], что согласуется с результатами настоящего исследования.

Выводы. Последовательность упражнений не влияла на показатели ВСР у здоровых студентов. Не было выявлено существенных различий между мужчинами и женщинами. Было обнаружено два типа сердечно-сосудистых реакций на основе

rMSSD. Во-первых, у участников, у которых наблюдалось снижение rMSSD после приседания и стояния, обычно наблюдается увеличение rMSSD после дыхания. Во-вторых, обратный эффект был обнаружен у остальных участников.

Эти результаты требуют дальнейшего изучения, чтобы выяснить, являются ли они воспроизводимыми.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Goldenberg R.B. Singing Lessons for Respiratory Health: A Literature Review. 2018; 32 (1): 85-94
2. Eley R, Gorman D. Didgeridoo playing and singing to support asthma management in aboriginal Australians. J Rural Health. 2010;26:100–104;
3. Wade L. A comparison of the effects of vocal exercises/singing versus music assisted relaxation on peak expiratory flow rates of children with asthma. Music Ther Perspect. 2002; 20: 31–37.
4. Engen R.L. The singer's breath: implications for treatment of persons with emphysema [dissertation]. Iowa City, IA: University of Iowa; 2003
5. Bonilha AG, Onofre F, Vieira ML, et al. Effects of singing classes on pulmonary function and quality of life of COPD patients. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2009; 4: 1–8;
6. Lord VM, Cave P, Hume VJ, et al. Singing teaching as a therapy for chronic respiratory disease—a randomised controlled trial and qualitative evaluation. BMC Pulm Med. 2010;10.
7. Pacheco C, Costa A, Amado J, et al. Singing in chronic obstructive pulmonary disease patients: a pilot study in Portugal. Rev Port Pneumol. 2014; 20: 225–228;
8. Skingley A, Page S, Clift S, et al. Singing for breathing: participants' perceptions of a group singing programme for people with COPD. Arts Health. 2014; 6: 59–74;
9. Canga B, Azoulay R, Raskin J, et al. AIR: advances in respiration—music therapy in the treatment of chronic pulmonary disease. Respir Med. 2015; 109: 1532–1539
10. Wiens ME, Reimer MA, Guyn HL. Music therapy as a treatment method for improving respiratory muscle

- strength in patients with advanced multiple sclerosis: a pilot study. *Rehabil Nurs.* 1999;24:74–80
11. Di Benedetto P, Cavazzon M, Mondolo F, et al. Voice and choral singing treatment: a new approach for speech and voice disorders in Parkinson's disease. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2009;45:13–19;
12. Stegemöller EL, Radig H, Hibbing P, et al. Effects of singing on voice, respiratory control and quality of life in persons with Parkinson's disease. *Disabil Rehabil.* 2016;39:594–600.
13. Grossman P., Taylor E. W., "Toward understanding respiratory sinus arrhythmia: Relations to cardiac vagal tone, evolution and biobehavioral functions," *Biol. Psychol.*, vol. 74, no. 2, pp. 263–285, 2007.
14. Wilhelm F.H., P. Grossman, and M. A. Coyle, Improving estimation of cardiac vagal tone during spontaneous breathing using a paced breathing calibration. *Biomed. Sci. Instrum.* 2004; 40: 317–24.
15. Shaffer F., McCraty R., Zerr C.L. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. // *Front Psychol.* 2014; 5: 1040
16. Schneider S.L., Sataloff R.T. Voice Therapy for the Professional Voice/ *Otolaryngol. Clin. North Am.* 2007; 40 (5): 1133–1149
17. Mendes A.P., Brown W.S., Sapienza C., Rothman H.B. Effects of Vocal Training on Respiratory Kinematics during Singing Tasks. *Folia Phoniater. Logop.* 2006; 58 (5): 363–377.
18. Shaffer F, Ginsberg J.P. "An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms," *Front. Public Heal.*, vol. 5, no. September, pp. 1–17, 2017.
19. Elghozi J.L., Julien C. Sympathetic control of short-term heart rate variability and its pharmacological modulation. *Fundam. Clin. Pharmacol.* 2007; 21 (4): 337–347
20. Kovalenko A.N., Kastyro I.V., Torshin V.I., Sedelnikova A.D., Grosu D., Sedov K.N., Melikyan M.K., Skopich A.A., Sadegh A.Z. Heart rate variability changes in healthy students after a voice therapy breathing exercise as compared to squat-stand manoeuvres. *European Journal of Preventive Cardiology.* 2019, 6, Suppl.1: S31-S32.
21. Kastyro I.V., Kovalenko A.N., Torshin V.I., Doroginskaya E.S. Changes to voice production caused by long-term hearing loss (HL). *Models and Analysis of Vocal Emissions for Biomedical Applications: 11th International Workshop, December, 17- 19 December, 2019 / edited by Claudia Manfredi. – Firenze : Firenze University Press, 2019: 241-244.*
22. Kovalenko A.N., Kastyro I.V., Torshin V.I., Gushchina Y.S., Doroginskaya E.S., Kamanina N.A. Comparison of immediate effects of vocal breathing exercises and physical exercises on heart rate variability (HRV) in healthy students. *Models and Analysis of Vocal Emissions for Biomedical Applications: 11th International Workshop, December, 17- 19 December, 2019 / edited by Claudia Manfredi. – Firenze: Firenze University Press, 2019: 245-248.*
23. Kovalenko A.N., Kastyro I.V., Reshetov I.V., Popadyuk V.I. Study of the Role of Hearing Aid on the Area of the Acoustic Field of Vowels. // *Doklady Biochemistry and Biophysics.* 2021; 497: 108–111.