

гии психиатрии им. С. С. Корсакова. 2021;121(1):2-97.
[Kurushina O. V. Barulin A. E. Porazheniya central'noj
nervnoj sistemy pri COVID-19. *Zhurnal nevrologii psikiatrii*

*im. S. S. Korsakova. – Korsakov Journal of Neurology and
Psychiatry*. 2021;121(1):92-97. (In Russ.)).
<https://doi.org/10.17116/jnevro202112101192>

Сведения об авторах:

Батурин Владимир Александрович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой клинической фармакологии с курсом ДПО; тел.: 8652713466; e-mail: v_baturin@mail.ru

Костровская Марина Владимировна, главный врач; тел.: 8652714837

Грудина Екатерина Владимировна, кандидат биологических наук, научный сотрудник; тел.: 89034404050; e-mail: kvgrud@rambler.ru

Батурина Мария Владимировна, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры клинической фармакологии с курсом ДПО, директор; тел.: 8652713466; e-mail: nimdark@mail.ru

Филь Аревик Аркадиевна, кандидат биологических наук, доцент, начальник научного отдела; тел.: 89620200359; e-mail: fil-arevik@yandex.ru

Фишер Василий Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и скорой медицинской помощи с курсом ДПО, заместитель главного врача по медицинской части; тел.: 8652920329; e-mail: vvfisher26@gmail.com

Волков Евгений Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии, скорой медицинской помощи с курсом ДПО, заведующий отделением анестезиологии-реанимации № 1; тел: 89280126095; e-mail: volkov26@mail.ru

Дотдаева Танзиля Адамовна, аспирант; тел.: 8652713466; e-mail: tanzilya_dotdaev@mail.ru

© В. М. Покровский, В. В. Полищук, 2021

УДК 612.281+612.172.2

DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16018>

ISSN – 2073-8137

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЗАДАВАЕМОГО РИТМА ДЫХАНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ СЕРДЕЧНО-ДЫХАТЕЛЬНОГО СИНХРОНИЗМА

В. М. Покровский, В. В. Полищук

Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар,
Российская Федерация

THE INFLUENCE OF THE PRECISION OF THE SET RESPIRATORY RHYTHM REPRODUCTION ON THE PARAMETERS OF CARDIORESPIRATORY SYNCHRONISM

Pokrovskii V. M., Polischuk V. V.

Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

Цель работы – определение связи между точностью воспроизведения задаваемой частоты дыхания в пробе сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) и получаемыми параметрами СДС. Показатель точности воспроизведения задаваемого ритма дыхания оценивался в 93 пробах как процентное отношение количества совпавших отметок стимулятора и максимальной амплитуды на пневмограмме к общему количеству поданных в течение пробы сигналов. Анализ показал независимость параметров СДС от точности воспроизведения задаваемого ритма дыхания. Следовательно, взаимодействие сердечного и дыхательного ритмов зависит от способности нервных центров к адаптации в определенном диапазоне, что позволяет объективно оценивать регуляторно-адаптивные возможности организма.

Ключевые слова: сердечно-дыхательный синхронизм, регуляторно-адаптивный статус, сознательный контроль дыхания, частота дыхания, адаптация

The aim of the study is to determine the presence of the relationship between the accuracy of reproduction of the set respiratory rate in the test of cardiorespiratory synchronism (CRS) and the obtained CRS parameters. The index of the accuracy of the reproduction of the set breathing rhythm was estimated in 93 tests as the percentage of the matched marks number of stimulator and the maximum amplitude on the pneumogram to the total number of signals given during the test. The analysis showed lack of dependence of the CRS parameters from the precision of the set breathing rhythm reproduction. Consequently, the interaction of the heart and respiratory rhythms depends on the ability of the nerve centers to adapt in a certain range, which makes it possible to objectively assess the regulatory and adaptive capabilities of the organism.

Keywords: cardiorespiratory synchronism, regulatory-adaptive status, conscious control of breath, respiratory rate, adaptation

Для цитирования: Покровский В. М., Полищук В. В. ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЗАДАВАЕМОГО РИТМА ДЫХАНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ СЕРДЕЧНО-ДЫХАТЕЛЬНОГО СИНХРОНИЗМА. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2021;16(1):68-70. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16018>

For citation: Pokrovskii V. M., Polischuk V. V. THE INFLUENCE OF THE PRECISION OF THE SET RESPIRATORY RHYTHM REPRODUCTION ON THE PARAMETERS OF CARDIORESPIRATORY SYNCHRONISM. *Medical News of North Caucasus*. 2021;16(1):68-70. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16018> (In Russ.)

СДС – сердечно-дыхательный синхронизм

РАС – регуляторно-адаптивный статус

Проба сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) была предложена как метод оценки регуляторно-адаптивного статуса (РАС) организма человека. Суть пробы заключается в сознательном воспроизведении человеком частоты дыхания, задаваемой компьютерной программой с помощью звуковых и световых сигналов; при определенной частоте дыхания происходит синхронизация сердечного и дыхательного ритмов, то есть на каждое дыхательное движение сердце отвечает одним сокращением – фиксируется СДС. Механизм данного явления связан с распространением возбуждения с дыхательного на сердечный центр в продолговатом мозге. Человек делает выдох в такт стимулятору, задающему определенную частоту в каждой последующей пробе. Продолжительность пробы варьирует в зависимости от развития синхронизации между дыхательными циклами и сердечными сокращениями и не превышает 40 с. При этом учитывается количество кардиоциклов до развития синхронизации, диапазон частот, на которых развивалась синхронизация, и ряд других параметров. Взаимосвязь значимых параметров определяет индекс РАС организма человека.

Было показано, что параметры СДС зависят от функционального состояния организма, возраста, пола, стрессоустойчивости, а при наличии заболевания – от тяжести его течения [1, 2], поэтому дальнейшее изучение техники получения СДС [3] и его механизмов [4–6] имеет большое значение. Одним из не изученных еще вопросов является значение высокой точности воспроизведения задаваемого ритма дыхания во время пробы. Целью данной работы явился поиск связи между точностью воспроизведения задаваемой частоты дыхания и параметрами СДС.

Материал и методы. В исследовании принял участие 31 юноша-доброволец в возрасте от 18 до 21 года. Оценка параметров СДС проводилась с помощью системы, включающей прибор «ВНС-Микро» (ООО «Нейрософт», Россия) для одновременной записи электрокардиограммы и пневмограммы и программное обеспечение для автоматического определения параметров СДС [7].

После оценки стандартных параметров СДС и индекса РАС были проанализированы записи первых трёх проб каждого участника (93 пробы). В каждой пробе учитывалось общее количество дыхательных циклов и количество точно воспроизведенных выдохов в такт стимулятору, отметки которого автоматически записывались программой во время проведения пробы. В результативных пробах (пробы, в которых наблюдалось развитие явления СДС) определялось максимальное количество точно воспроизведенных подряд дыхательных циклов до развития синхронизации. В пробах без развития СДС –

максимальное количество точно воспроизведенных подряд дыхательных циклов. Подсчитывалось также количество предъявляемых сигналов до первого точного выдоха в такт стимулятору.

Полученные данные были статистически обработаны с помощью программы Statistica 10. Распределение переменных оценивалось по критерию Шапиро – Уилка, данные представлены как $M \pm SD$ или медиана (1-й; 3-й квартили) в зависимости от характера распределения. Выполнен корреляционный анализ с оценкой коэффициента Спирмена. Результаты считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Точность воспроизведения задаваемого ритма дыхания оценивалась как процентное отношение количества полностью совпавших отметок стимулятора и максимальной амплитуды на пневмограмме к общему количеству поданных в течение пробы сигналов. В 1-й пробе этот показатель составил $46,96 \pm 25,69$ %, во 2-й пробе – $53,85$ % ($39,39$; $70,00$), в 3-й – $50,48 \pm 25,86$ %, различия в данном параметре между пробами были незначимыми ($p_1 = 0,410$, $p_2 = 0,378$, $p_3 = 0,704$). Корреляционный анализ не выявил связи между индексом РАС и рассчитанным показателем точности воспроизведения ритма дыхания, коэффициент корреляции в 1-й пробе составил $-0,115$ ($p = 0,536$), во 2-й $-0,233$ ($p = 0,207$), в 3-й пробе $-0,228$ ($p = 0,217$). Не обнаружено корреляции между показателем точности воспроизведения частоты дыхания и длительностью развития на минимальной границе диапазона: коэффициенты корреляции $-0,075$ ($p = 0,689$) в 1-й пробе, $0,098$ ($p = 0,599$) во 2-й пробе, $0,108$ ($p = 0,565$) в 3-й пробе.

Количество предъявляемых сигналов до первого точного выдоха в такт стимулятору оказалось равным 4 (1; 5) в 1-й пробе, 2 (1; 4) во 2-й пробе и 3 (1; 5) в 3-й пробе ($p_1 = 0,096$, $p_2 = 0,888$, $p_3 = 0,103$). Корреляционный анализ показал отсутствие связи данного параметра с индексом РАС (соответственно $p_1 = 0,400$, $p_2 = 0,396$ и $p_3 = 0,122$).

Максимальное количество точно воспроизведенных подряд дыхательных циклов в пробах без развития СДС составило для 1-й пробы 6,5 (3,0; 9,5), для 2-й пробы 8,0 (2,5; 12,0), для 3-й пробы 7,5 (4,75; 13,25) при отсутствии различий между пробами ($p_1 = 0,720$, $p_2 = 0,138$, $p_3 = 0,674$). Коэффициенты корреляции с индексом РАС составили: $-0,336$ в 1-й пробе ($p = 0,093$), $-0,173$ во 2-й ($p = 0,506$) и $-0,584$ в 3-й пробе ($p = 0,077$).

Максимальное количество точно воспроизведенных подряд дыхательных циклов до развития синхронизации составило для 1-й пробы – 7,0 (2,0; 7,5), для 2-й пробы – 5,0 (3,5; 8,0), для 3-й пробы – $4,90 \pm 3,63$, различия между пробами были незначимыми ($p_1 = 0,655$, $p_2 = 0,285$, $p_3 = 0,672$). Коэффициенты корреляции между индексом РАС и приведенным показателем в трех пробах (0,316, $-0,404$ и $-0,334$) свидетельствуют об отсутствии связи.

Введенный показатель точности воспроизведения задаваемого ритма дыхания продемонстрировал отсутствие связи с основными параметрами СДС, что объясняется ведущей ролью взаимодействия нервных центров как проявления способности к адаптации в феномене СДС. Этот механизм позволяет методу объективно представлять регуляторно-адаптивные возможности организма [8]. Вместе с тем показатель точности воспроизведения ритма дыхания выявил направления для сокращения длительности исследования путем уменьшения тревожности и эпизодов неточного воспроизведения, наблюдаемых при выполнении задачи сознательного управления дыханием. Ускорение процесса исследо-

вания будет служить дальнейшему расширению области применения данного объективного метода.

Заключение. Результаты указывают на независимость показателей СДС от точности воспроизведения задаваемого ритма дыхания в пробе. Это наблюдение объясняется механизмом, лежащим в основе феномена СДС – взаимодействие ритмов зависит в первую очередь от способности нервных центров к адаптации, проявляющейся в определенном диапазоне, что позволяет методу отражать регуляторно-адаптивные возможности целостного организма.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма / под ред. В. М. Покровского. Краснодар: «Кубань-Книга», 2010. [Cardiorespiratory synchronism used for estimation of regulatory-adaptive possibilities of organism / edited by prof. Vladimir M. Pokrovskii. Krasnodar: «Kuban-Kniga», 2010. (In Russ.)].
2. Пухняк Д. В., Мингалев А. Н. Регуляторно-адаптивные возможности у опытных парашютистов в зависимости от уровня стрессоустойчивости. *Фундаментальные исследования*. 2012;2-2:343-345. [Pukhnyak D. V., Mingalev A. N. The regulatory-adaptive abilities of experienced parachutists in dependence form the stress resistance level. *Fundamentalnye issledovaniya*. – *Fundamental research*. 2012;2-2:343-345. (In Russ.)].
3. Мирцхулава Н. Г., Абушкевич В. Г. Влияние глубины дыхания на параметры сердечно-дыхательного синхронизма. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2014;5:84-87. [Mirtskhulava N. G., Abushkevich V. G. The influence on the phenomenon of depth of breathing cardio-respiratory synchronism. *Kubansky nauchny meditsinsky vestnik*. – *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2014;5:84-87. (In Russ.)].
<https://doi.org/10.25207/1608-6228-2014-5-84-87>
4. Sean Perry, Khovanova N. A., Khovanov I. A. Control of heart rate through guided high-rate breathing. *Sci. Rep.* 2019;9:1545. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38058-5>
5. Sola-Soler J., Cuadros A., Giraldo B. F. Cardiorespiratory Phase Synchronization increases during certain mental stimuli in healthy subjects. *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.* 2018;2018:5298-5301.
<https://doi.org/10.1109/EMBC.2018.8513471>
6. Krause H., Kraemer J. F., Penzel T., Kurths J., Wessel N. On the difference of cardiorespiratory synchronisation and coordination. *Chaos*. 2017;27(9):093-933.
<https://doi.org/10.1063/1.4999352>
7. Шкиря Т. В., Усатиков С. В., Покровский В. М., Полищук Л. В. Программа для экспресс-диагностики уровня регуляторно-адаптивного статуса организма в системе определения сердечно-дыхательного синхронизма человека. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2015660661 Российская Федерация. Заявл. 26.08.2015; зарегистр. 05.10.2015. [Shkiryay T. V., Usatikov S. V., Pokrovskii V. M., Polischuk L. V. A program for express diagnostics of the level of the regulatory and adaptive status of the organism in the system of determining human cardio-respiratory synchronism. Certificate of State registration of computer programs № 2015660661 Russian Federation. Stated 26.08.2015; date of state registration in Computer Program Register on October 05, 2015. (In Russ.)].
8. Бурлуцкая А. В. Проба сердечно-дыхательного синхронизма как метод дифференциальной диагностики синдрома слабости синусового узла функциональной и органической природы. *Научный журнал КубГАУ*. 2015;111(07):1369-1382. [Burlutskaya A. V. Cardiopulmonary synchronism test as a method of differential diagnosis of sick sinus syndrome of functional and organic origin. *Nauchny zhurnal KubGAU*. – *Scientific Journal of KubSAU*. 2015;111(07):1369-1382. (In Russ.)].

Сведения об авторах:

Покровский Владимир Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии; тел.: 89882461671; e-mail: pokrovskyvm@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3971-7848>

Полищук Владимир Владимирович, аспирант, врач-психиатр; тел.: 89182513069; e-mail: vvpolischuk@mail.ru