

## Исследование синхронизации контуров вегетативной регуляции сердечного ритма и тонуса артерий у больных Covid-19\*

*В. В. Сказкина<sup>1</sup>✉, Н. С. Красикова<sup>2</sup>, М. А. Симонян<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

<sup>2</sup>Саратовский государственный медицинский университет им В. И. Разумовского

✉ skazkinavv@yandex.ru

В ряде работ были приведены данные о взаимодействии белка ACE-2, являющегося клеточной точкой входа коронавирусов SARS-CoV и SARS-CoV-2, и вегетативной нервной системы [1–3]. Изменение объема секреции ACE-2 оказывает значительное влияние на работу контуров вегетативной системы регуляции кровообращения, барорефлекса, модулирует работу симпатического и парасимпатического контуров, участвует в долгосрочной и краткосрочной регуляции артериального давления, предотвращает или стимулирует развитие гипертонии [1]. Также было показано, что заболевание Covid-19 протекает заметно тяжелее у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, что может быть связано с повышенной секрецией ACE-2 у этих пациентов по сравнению со здоровыми людьми [2, 3].

Ранее предложенный метод оценки фазовой синхронизации контуров вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы (ССС) зарекомендовал себя в клинической практике в качестве чувствительного методов оценки состояния организма [4, 5]. В данной работе был проведен сравнительный анализ степени взаимодействия контуров вегетативной регуляции ССС у здоровых испытуемых и пациентов с подтвержденным диагнозом Covid-19. В качестве основных методов оценки степени взаимодействия низкочастотных контуров регуляции были использованы методы диагностики фазовой синхронизации колебательных ритмов с частотой около 0.1 Гц: оценка коэффициента когерентности (RO) [6], оценка суммарного процента фазовой синхронизации (S) [4, 5].

Всего было исследовано 10 записей здоровых испытуемых (25–33 лет) и 10 записей пациентов с Covid-19 (25–48 лет). У каждого добровольца осуществлялась синхронная запись электрокардиограммы (ЭКГ) и фото-

\*Работа выполнена при поддержке фонда РФФИ №20-38-90067.

плетизмограмма сосудов (ФПГ) в течение 10 минут. Датчик ФПГ был наложен на дистальную фалангу безымянного пальца правой руки испытуемого. Из сигнала ЭКГ был выделен сигнал длительности кардиоциклов – расстояний между RR-пиками. Далее фазовая синхронизация была оценена по низкочастотным составляющим последовательности RR-интервалов и фотоплетизмограммы сосудов (0.06–0.14 Гц). Среднее значение суммарного процента фазовой синхронизации составило для здоровых испытуемых –  $32.09 \pm 4.20$  (указано среднее значение  $\pm$  ошибка среднего), для больных Covid-19 –  $37.62 \pm 1.79$ ; среднее значение коэффициента RO для здоровых –  $0.30 \pm 0.03$ , для больных –  $0.18 \pm 0.04$ .

С помощью оценки суммарного процента фазовой синхронизации в представленных выборках не было найдено статистически значимых различий. Средние значения коэффициента RO отличается в выборке здоровых и больных, однако имеет малые значения, что не позволяет диагностировать достоверный уровень фазовой синхронизации. Также в рамках работы была отмечена высокая вариабельность оценки S в выборке здоровых испытуемых. В следующих работах планируется увеличить количество экспериментальных сигналов, исследовать низкочастотные ритмы регуляции ССС с помощью методов кросс-спектрального анализа, изучить зависимость показателей в том числе от возраста испытуемых.

### Список литературы

1. *Feng Y., Xia H., Santos R.A., Speth R., Lazartigues E.* ACE2: a new target for neurogenic hypertension // *Exp Physiol.* 2010. Vol. 95, no. 5. P. 601–606.
2. *Zheng Y.-Y., Ma Y.-T., Zhang J.-Y., Xie X.* COVID-19 and the cardiovascular system // *Nat Rev Cardiol.* 2020. Vol. 17, no. 5. P. 259–260.
3. *Liu Z., Xiao X., Wei X., Li J., Yang J., Tan H., Zhu J., Zhang Q., Wu J., Liu L.* Composition and divergence of coronavirus spike proteins and host ACE2 receptors predict potential intermediate hosts of SARS-CoV-2 // *Journal of Medical Virology.* 2020. Vol. 92, no. 6. P. 595–601.
4. *Schafer C., Rosenblum M.G., Abel H.H., Kurths J.* Synchronization in the human cardiorespiratory system // *Physical Review E.* 1999. Vol. 60. P. 857–870.
5. *Karavaev A.S., Prokhorov M.D., Ponomarenko V.I., Kiselev A.R., Gridnev V.I., Ruban E.I., Bezruchko B.P.* Synchronization of low-frequency oscillations in the human cardiovascular system // *Chaos.* 2009. P. 033112.
6. *Караваяев А.С., Ишбулатов Ю.М., Пономаренко В.И., Прохоров М.Д., Киселев А.Р., Безручко Б.П.* Модель сердечно-сосудистой системы человека с автономным контуром регуляции среднего артериального давления // *Физиология человека.* 2017. Т. 43, № 1. С. 70–80.