



Клиническая медицина

Оригинальное исследование

УДК 616.24-002.17:616-005

<http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2022-4-1>

СОСТОЯНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЯЖЕСТИ ТЕЧЕНИЯ COVID-19

Юрий Константинович Шаповалов^{1✉}, Дмитрий Сергеевич Шилин², Юрий Николаевич Смоляков³,
Константин Геннадьевич Шаповалов⁴, Борис Ильич Кузник⁵, Елена Владимировна Егорова⁶

¹⁻⁶Читинская государственная медицинская академия, Чита, Россия

^{1✉}yurashap95@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6408-239X>

²<https://orcid.org/0000-0003-4665-1960>

³syn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7920-7642>

⁴shkg26@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3485-5176>

⁵bi_kuznik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2502-9411>

⁶egorovaelen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8215-2398>

^{3,5}Иновационная клиника «Академия здоровья», Чита, Россия

^{1,2,4}Городская клиническая больница № 1, Чита, Россия

Аннотация. В патогенезе неблагоприятного течения новой коронавирусной инфекции COVID-19 существенное значение имеют отклонения состояния гемодинамики. У 46 больных COVID-19 проведено исследование состояния макрогемодикуляции неинвазивным методом объемной компрессионной осциллометрии. При этом выделена группа пациентов с тяжелым течением COVID-19 (29 человек), и группа больных среднетяжелого течения (17 человек). Установлено, что при среднетяжелом течении COVID-19 относительно контроля снижалось значение среднего, пульсового и ударного артериального давления, а также скорости пульсовой волны. При тяжелом течении COVID-19, относительно пациентов средней степени тяжести, выше ударный объем, но меньше общее периферическое сопротивление сосудов.

Ключевые слова: COVID-19, гемодинамика, полиорганная недостаточность, новая коронавирусная инфекция, тяжесть течения

Для цитирования: Состояние гемодинамики в зависимости от тяжести течения COVID-19 / Ю.К. Шаповалов, Д.С. Шилин, Ю.Н. Смоляков и др. // Дальневосточный медицинский журнал. – 2022. – № 4. – С. 6-9. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2022-4-1>.

HEMODYNAMIC CONDITION DEPENDING ON THE SEVERITY OF COVID-19 COURSE

Yurii Konstantinovich Shapovalov^{1✉}, Dmitry Sergeevich Shilin², Yurii Nikolayevich Smolyakov³,
Konstantin Gennadievich Shapovalov⁴, Boris Ilyich Kuznik⁵, Elena Vladimirovna Egorova⁶

¹⁻⁶Chita State Medical Academy, Chita, Russia

^{1✉}yurashap95@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6408-239X>

²<https://orcid.org/0000-0003-4665-1960>

³syn@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7920-7642>

⁴shkg26@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3485-5176>

⁵bi_kuznik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2502-9411>

⁶egorovaelen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8215-2398>

^{3,5}Innovation Clinic Health Academy, Chita, Russia

³Municipal hospital № 1, Chita, Russia



Abstract. Hemodynamic condition impairment plays a significant role in the pathogenesis of an unfavorable course of COVID-19. The authors examined macrohemocirculation in 46 patients with COVID-19 by the non-invasive method of volume compression oscillometry. The patients were divided into two groups: with a severe course of COVID-19 (29 patients) and with a moderate severity of the disease (17 patients). It was revealed that in a moderately severe course of the disease compared to the control group there was a decrease of average pulse and stroke blood pressure as well as the pulse wave velocity. In a severe course of COVID-19 compared to the patients with a moderately severe course, stroke volume was higher, but peripheral resistance of blood vessels was decreased.

Keywords: COVID-19, hemodynamics, multiple organ failure, new corona virus infection, course severity

For citation: Hemodynamic condition depending on the severity of COVID-19 course / Yu.K. Shapovalov, D.S. Shilin, Yu.N. Smolyakov, et al. // Far Eastern medical journal. – 2022. – № 4. – P. 6-9. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2022-4-1>.

Пандемия новой коронавирусной инфекции – один из самых серьезных вызовов человечеству за последнее столетие. В отличие от большинства острых респираторных вирусных инфекций, существенная часть пациентов при COVID-19 болеет в тяжелой форме, в разных странах регистрируется от 2 до 5 % летальных исходов [1, 12].

Наличие сопутствующих заболеваний, таких как сахарный диабет, морбидное ожирение, патология сердечно-сосудистой системы, иммунодефициты – вносит большой вклад в исход патологии [5, 7, 11, 15]. При тяжелом течении COVID-19 развивается мульти-

органная дисфункция, важнейшим компонентом которой являются нарушения гемодинамики [8, 12, 13]. Как следствие, усугубляются нарушения газообмена в легких и развивается почечное повреждение. Следовательно, ранняя своевременная диагностика расстройств гемодинамики при данной патологии имеет важное значение для оптимизации схем интенсивной терапии и маршрутизации пациентов.

Цель исследования – оценить изменения состояния макрогемодинамики у пациентов с COVID-19 в зависимости от тяжести течения заболевания.

Материалы и методы

Проведено исследование состояния гемодинамики у 46 пациентов с COVID-19, средний возраст которых составил $62,3 \pm 8,7$ года, получавших лечение в инфекционном отделении и в отделении реанимации и интенсивной терапии многопрофильного стационара на базе 1-й городской клинической больницы г. Читы. Тяжесть течения COVID-19 устанавливалась в соответствии с актуальной версией временных методических рекомендаций Минздрава РФ «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции COVID-19». Группу исследуемых больных составили 17 человек ($53,1 \pm 9,8$ года) с COVID-19 средней степени тяжести и 29 больных с тяжелым течением новой коронавирусной инфекции ($63,7 \pm 7,8$ года). Среди пациентов с COVID-19 средней степени тяжести 30 % имели диагностированную сопутствующую, в том числе множественную, патологию, из них 14 % – сахарный диабет, 43 % – гипертоническую болезнь, 29 % – ишемическую болезнь сердца, 14 % – алиментарное конституциональное ожирение. Среди больных с тяжелым течением 53 % имели сопутствующие заболевания, в том числе 23 % – сахарный диабет, 34 % – гипертоническую болезнь, 23 % – ишемическую болезнь сердца, 20 % – алиментарное конституциональное ожирение.

Исследование состояния гемодинамики у пациентов осуществлялось после получения информированного согласия, в соответствии с положениями Хельсинкской декларации всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных меди-

цинских исследований с участием человека», а также «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266. Критерии включения в исследование – тяжелое или среднетяжелое течение новой коронавирусной инфекции COVID-19, ранняя респираторная фаза (7-12 сутки с момента начала заболевания), полученное информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Критерии невключения в исследование: нестабильная гемодинамика, систолическое АД выше 160 мм рт. ст., среднее АД менее 70 мм рт. ст., нарушения сердечного ритма, наличие онкологических заболеваний, использование препаратов инотропного и вазопрессорного действия, спазмолитиков. Группу контроля составили 20 человек, сопоставимых по полу и возрасту. Больные с тяжелым течением COVID-19 не получали вазопрессорную терапию, были сопоставимы по частоте коморбидной патологии и тяжести полиорганной дисфункции.

Всем больным осуществлялась комплексная терапия в соответствии с актуальной версией временных методических рекомендаций Минздрава РФ. «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции COVID-19» и локальными протоколами лечения, принятыми в стационаре. Схема терапии включала противовирусные, антибактериальные, антикоагулянтные препараты (в промежуточных и лечебных дозировках), инфузионные среды. В зависимости от выраженности дыхательной недостаточности применялась респираторная



поддержка: ингаляции увлажненного кислорода, неинвазивная или инвазивная ИВЛ.

Регистрация параметров гемодинамики выполнялась неинвазивным методом объемной компрессионной осциллометрии с помощью аппаратно-программного комплекса КАП ЦГосм-«Глобус» (Россия). Регистрировались следующие группы параметров: показатели динамики артериального давления (скорость пульсового артериального давления (СКАДп), среднего АД (СрАД), систолического (САД), диастолического (ДАД), бокового (БАД), пульсового (АДп) и ударного (АДуд) АД, параметры сердечной деятельности (показатели сердечного выброса (СВ) и сердечного индекса (СИ), пульса, ударного объема (УО) и ударного индекса (УИ), объемная скорость выброса (ОСВ), мощность сокращения левого желудочка (МСЛЖ) и расход энергии (РЭ) на 1л СВ в 1 минуту), маркеры

состояния сосудистого тонуса (скорость линейного кровотока (СКлин), скорость пульсовой волны (СПВ), общее периферическое (ОПСС) и удельное периферическое сосудистое сопротивление (УПСС), податливость сосудистой системы (ПСС), показатель функционального состояния сосудистой стенки (ФС)).

Статистическая обработка осуществлялась с применением специализированного языка для статистического анализа R (версия 4.0.3, с использованием интегрированных пакетов Hmisc, DPLYR). В качестве описательных статистик количественных признаков использованы медианы (Me), 25 % (P25) и 75 % (P75) перцентили. Для сравнения количественных показателей в группах применен непараметрический критерий Манна-Уитни (Wilcoxon rank sum test). Нулевая гипотеза об отсутствии различия отвергалась на уровне 0,05.

Результаты и их обсуждение

В результате оценки гемодинамических показателей установлено, что САД и СПВ у пациентов со среднетяжелым течением новой коронавирусной инфекции меньше относительно контрольной группы на 9,7 % ($p=0,019$) и 12,2 % ($p=0,008$) соответственно, причем у больных с тяжелой формой COVID-19 разница этих параметров относительно контроля не выявлялась (таблица). Одновременно показатель АДп оказался ниже у больных средней степени тяжести COVID-19 на 22,8 % ($p<0,001$) и 19,2 % ($p=0,0017$), чем у здоровых обследуемых и тяжелых больных соответственно, причем достоверной разницы по клиническому течению также не выявлено. Тем не менее, значение УО при тяжелом течении COVID-19 на 15,3 % больше ($p=0,036$), чем при среднетяжелом.

Установлено, что у пациентов средней степени тяжести течения коронавирусной инфекции показатели СКАДп на 19,2 %, ($p<0,001$) и АДуд на 25,5 % ($p=0,003$) меньше значений контрольной группы, а при тяжелом течении – на 16,1 % ($p=0,018$) и 18,4 % ($p=0,026$). По всей видимости, у больных COVID-19 снижалась эффективность работы миокарда, что может отражать негативное влияние медиаторов системного воспаления на функциональное состояние кардиомиоцитов [2, 7, 10, 12, 15].

Выявлено, что у пациентов с тяжелым течением заболевания значение МСЛЖ на 21,7 % ($p=0,021$) ниже, чем у здоровых лиц, а ОПСС на 8,3 % меньше, чем у больных группы среднетяжелого течения ($p=0,015$). Обнаруженные сдвиги состояния гемодинамики, очевидно, могут являться ранними предикторами развития полиорганной недостаточности, до проявления значимых клинико-лабораторных отклонений общепринятых тестов [2, 4, 6, 7].

При оценке полученных сведений можно прийти к выводу о том, что у пациентов с тяжелой формой коронавирусной болезни компенсаторный потенциал насосной функции сердца меньше, чем у больных среднетяжелого течения. Таким образом, раннее исследование при COVID-19 гемодинамических параметров методом компрессионной осциллометрии способно выделять респондеров для проведения кардио-метаболической терапии [5, 10].

Оказалось, что в группе пациентов со среднетяжелым течением COVID-19 относительно здоровых людей СПВ меньше на 14 % ($p=0,008$).

Обнаруженные изменения у пациентов с COVID-19, кроме того, могут быть связаны с исходным ремоделированием у них сосудистой стенки в результате приобретенной ангиопатии на фоне гипертонической болезни, атеросклероза или сахарного диабета [12].

Таблица – Изменение показателей сердечной деятельности у больных COVID-19 в зависимости от тяжести заболевания (M ± SD)

| | Контроль | Средняя степень | Тяжелая степень | p1 | p2 | p3 |
|----------------------|------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| САД (мм рт. ст.) | 124,2±10,6 | 112,0±16,9 | 120,0±17,6 | 0,019 | 0,330 | 0,120 |
| АДп (мм рт. ст.) | 51,1±3,4 | 39,4±12,4 | 48,8±12,5 | 0,001 | 0,359 | 0,017 |
| СКАДп (мм рт. ст./с) | 323,2±71,2 | 261,0±53,9 | 271,0±55,8 | 0,010 | 0,018 | 0,540 |
| АДуд (мм рт. ст.) | 29,8±8,1 | 22,2±4,7 | 24,3±6,1 | 0,003 | 0,026 | 0,240 |
| УО (мл/уд) | 71,4±20,1 | 64,4±13,8 | 76,1±19,4 | 0,266 | 0,461 | 0,036 |
| МСЛЖ (Вт) | 2,2±0,6 | 2,2±0,7 | 2,8±1,1 | 0,931 | 0,021 | 0,052 |
| СПВ (см/с) | 1040±125 | 913±127 | 971±144 | 0,008 | 0,108 | 0,180 |
| ОПСС (дн) | 1306±255 | 1320±149 | 1210±139 | 0,853 | 0,182 | 0,015 |

Примечание. p1 – достоверность разницы показателей группы контроля и пациентов среднетяжелого течения COVID-19; p2 – достоверность разницы показателей группы контроля и пациентов тяжелого течения COVID-19; p3 – достоверность разницы показателей между группами пациентов с COVID-19.

Выводы

Установлено, что при среднетяжелом течении COVID-19 относительно контроля снижалось значе-

ние среднего, пульсового и ударного артериального давления, а также скорости пульсовой волны.



При тяжелом течении COVID-19, относительно объем, но меньше общее периферическое сопротивление пациентов средней степени тяжести, выше ударный индекс сосудов.

Список источников

1. Alhazzani W., Moller M.H., Arabi Y.M. Surviving sepsis campaign: guidelines on the management of critically ill adults with coronavirus disease 2019 (COVID-19) // *Crit Care Med.* – 2020. – № 48: e440-e469.
2. Creel-Bulos C., Hockstein M., Amin N. Acute cor pulmonale in critically ill patients with COVID-19 // *N Engl J Med.* – 2020. – P. 382:e70.
3. Donati A., Loggi S., Preiser J-C., Orsetti G., Münch C., Gabbanelli V., Pelaia P., Pietropaoli P. Goal-directed intraoperative therapy reduces morbidity and length of hospital stay in high-risk surgical patients // *Chest.* – 2007. – № 132. – P. 1817-1824.
4. Evrard B., Goudelin M., Montmagnon N., et al. Cardiovascular phenotypes in ventilated patients with COVID-19 acute respiratory distress syndrome // *Crit Care.* – 2020. – № 24. – P. 236.
5. Gattinoni L., Brazzi L., Pelosi P., Latini R., Tognoni G., Pesenti A., Fumagalli R. A trial of goal-oriented hemodynamic therapy in critically ill patients. SvO2 Collaborative group // *N Engl Jm. Med.* – 1995. – № 333. – P. 1025-1033.
6. Jozwiak M., Monnet X., Teboul J-L. Less or more hemodynamic monitoring in critically ill patients // *Current Opinion in Critical Care.* – 2018. – Vol. 24, № 4. – P. 309-315. doi: 10.1097/MCC.0000000000000516.
7. Jozwiak M., Monnet X., Teboul J.L. Pressure waveform analysis // *Anesth Analg.* – 2018. – № 126. – P. 1930-1933.
8. Long B., Brady W.J., Koyfman A., Goettlieb N. Cardiovascular complications in COVID-19 // *Am J Emerg Med.* – 2020. doi: 10.1016/j.ajem.2020.04.048.
9. Michard F., Chemla D., Teboul J.L. Applicability of pulse pressure variation: how many shades of grey? // *Crit Care.* – 2015. – № 19 (144).
10. Madjid M., Safavi-Naeini P., Solomon S.D. Potential effects of the coronaviruses on the cardiovascular system. A review // *JAMA.* – 2020. *Cardiol.* doi: 10.1001/jamacardio.2020.1286.
11. Rhodes A., Evans L., Alhazzani W., Levy M., Antonelli M., Ferrer R., Kumar A., Sevransky J., Sprung C., Nunnally M., et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock // *Intensive Care Med.* – 2017. – № 43. – P. 304-377. doi:10.1007/s00134-017-4683-6.
12. Shi S., Qin M., Shen B. Association of cardiac injury with mortality in hospitalized patients with COVID-19 in Wuhan, China // *JAMA Cardiol.* – 2020.
13. Tang N., Bai H., Chen X., Gong J., Li D., Sun Z.J. Anticoagulant treatment is associated with decreased mortality in severe coronavirus disease 2019 patients with coagulopathy // *Thromb Haemost.* – 2020; Mar 27. doi: 10.1111/jth.1481.
14. Teboul J.L., Saugel B., Cecconi M. Less invasive hemodynamic monitoring in critically ill patients. *Intensive // Care Med.* – 2016. – № 42. – P. 1350-1359.
15. Yamashina A., Tomiyama H., Takeda K., Tsuda H., Arai T., Hirose K., et al. Validity, reproducibility, and clinical significance of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement // *Hypertens Res.* – 2002. – № 25. – P. 359-364. 10.1291/hypres.25.359.

Вклад авторов:

Шаповалов Ю.К., Кузник Б.И., Шаповалов К.Г. – идея работы и планирование эксперимента;
Шаповалов Ю.К., Шилин Д.Н. – сбор данных;
Шаповалов Ю.К., Егорова Е.В., Смоляков Ю.Н. – обработка данных;
Кузник Б.И., Шаповалов К.Г. – написание и редактирование манускрипта.

Contribution of the authors:

Shapovalov Yu.K., Kuznik B.I., Shapovalov K.G. – idea of work and planning of experiment;
Shapovalov Yu.K., Shilin D.N. – data collection;
Shapovalov Yu.K., Egorova E.V., Smolyakov Yu.N. – data processing;
Kuznik B.I., Shapovalov K.G. – writing and editing the manuscript.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья принята к публикации 10.10.2022.

The article was accepted for publication 10.10.2022.