

ВЛИЯНИЕ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ НА СОСТОЯНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО РУСЛА У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ И БОЛЬНЫХ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

К. И. Павленко, И. В. Авдеева

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия

THE IMPACT OF THE NEW CORONAVIRUS INFECTION ON THE STATE OF ARTERIAL BED IN HEALTHY INDIVIDUALS AND PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION

K. I. Pavlenko, I. V. Avdeeva

Penza State University, Penza, Russia

Для цитирования: Павленко К. И., Авдеева И. В. Влияние новой коронавирусной инфекции на состояние артериального русла у здоровых лиц и больных артериальной гипертензией. Саратовский научно-медицинский журнал. 2024; 20 (3): 278–283. EDN: WMNAQT. <https://doi.org/10.15275/ssmj2003278>.

Аннотация. Цель: выявление показателей ригидности артерий, которые изменяются после COroNaVirus Disease-2019 (COVID-19). *Материал и методы.* Всего в анализ включены 112 человек, обследованных до и после начала пандемии новой коронавирусной инфекции: здоровые лица (группы «З» и «З/COVID+») и больные артериальной гипертензией (АГ) (группы «АГ» и «АГ/COVID+»). Проводили изолированно сравнительное исследование в группах здоровых и пациентов с АГ. *Результаты.* У лиц группы «З/COVID+» были выше показатели холестерина невысокой плотности, холестерина липопротеидов низкой плотности и ниже холестерина липопротеидов высокой плотности ($p=0,038$; $p=0,032$; $p=0,006$), при сравнении с группой «З». По данным суточного мониторирования артериального давления между группами «АГ» и «АГ/COVID+» выявлено отличие по ночному времени распространения отраженной волны (RWTT). Отмечено повышение сердечно-лodyжечного сосудистого индекса (L-/CAVI₁) у здоровых и больных АГ, перенесших COVID-19 ($p=0,001$; $p=0,004$). У пациентов группы «АГ/COVID+» зарегистрированы более высокие значения скорости распространения пульсовой волны в аорте (PWV), артериях эластического типа (R/L - PWV) и биологического возраста ($p=0,001$; $p=0,005$; $p=0,001$). *Заключение.* У здоровых лиц, перенесших COVID-19, отмечены нарушения липидного профиля, а также повышение L-/CAVI₁ при сравнении с группой неболевших. У больных АГ после COVID-19 отмечено негативное изменение большинства показателей артериальной жесткости.

Ключевые слова: COVID-19, артериальная жесткость, артериальная гипертензия, объемная сфигмография

For citation: Pavlenko KI, Avdeeva IV. The impact of the new coronavirus infection on the state of arterial bed in healthy individuals and patients with arterial hypertension. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2024; 20 (3): 278–283. (In Russ.) EDN: WMNAQT. <https://doi.org/10.15275/ssmj2003278>.

Abstract. *Objective:* to identify indicators of arterial stiffness that change after COroNaVirus Disease-2019 (COVID-19). *Material and methods.* Included were 112 people examined before and after the start of the new coronavirus infection (NCI) pandemic: healthy individuals (groups “H” and “H/COVID +”) and patients with arterial hypertension (AH) (groups “AH” and “AH/COVID+”). An isolated comparative study was carried out in groups of healthy people and patients with hypertension. *Results.* Individuals in the “H/COVID+” group had higher levels of non-high-density lipoprotein cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol and more low values of high-density lipoprotein cholesterol ($p=0.038$; $p=0.032$; $p=0.006$) when compared with group “H”. According to ABPM data, between the “AH” and “AH/Covid+” groups it was revealed difference at night level of reflected wave transit time (RWTT). An increase in cardio-ankle vascular index (L-/CAVI₁) in healthy persons and subjects with AH ($p=0.001$; $p=0.004$). In patients “H/COVID+” group higher values of pulse wave velocity in the aorta (PWV), elastic arteries type (R/L - PWV) and biological age ($p=0.001$; $p=0.005$; $p=0.001$) were registered. *Conclusion.* In healthy individuals who have had COVID-19, lipid profile abnormalities were noted, as well as an increase in L-/CAVI₁, when compared with the group of those who were not ill. In patients with AH after COVID-19, a negative change in the majority of indicators of arterial stiffness was noted.

Keywords: COVID-19, arterial stiffness, arterial hypertension, volume sphygmography

Введение. Конец 2019 г. ознаменовался появлением новой коронавирусной инфекции (НКИ), которая и в настоящее время продолжает оставаться

актуальной мировой проблемой. Глобальные масштабы поражения Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus 2 (SARS-CoV-2) отражают данные Всемирной организации здравоохранения: на 2023 г. зарегистрировано более 772 млн случаев заболевания, из них приблизительно 7 млн летальных исходов.

Ответственный автор — Ксения Игоревна Павленко
Corresponding author — Ksenia I. Pavlenko
E-mail: ksenia-p2017@mail.ru

С начала пандемии COVID-19 во многих странах были созданы регистры по оценке последствий перенесенного заболевания. Так, по данным исследования «TARGET-VIP» («Перспективный госпитальный Регистр пациентов с предполагаемыми либо подтвержденными коронавирусной инфекцией (COVID-19) и внебольничной Пневмонией»), за 2 года наблюдения 5,9% погибли [1]. Кроме того, доказана ассоциация смерти в постковидный период с более старшим возрастом, мужским полом, тяжелым течением НКИ [1]. Схожие данные получены учеными США в регистре CORE-19 [2].

Одним из наиболее распространенных последствий COVID-19 является поражение сердечно-сосудистой системы, что связано со способностью вируса SARS-CoV-2 повреждать эндотелиоциты и стимулировать гиперсекрецию коллагеназы и эластазы воспалительными клетками [3]. Описанные механизмы проявляются нарушением структурных и функциональных свойств стенки артерий, раннее проявление которых — повышение их жесткости (АЖ) и развитие эндотелиальной дисфункции [3].

Как в отечественном исследовании «АКТИВ» («Анализ динамики Коморбидных заболеваний у пациентов, перенесших инфицирование SARS-CoV-2»), так и в работе китайских ученых показано, что предиктором неблагоприятного прогноза COVID-19 служит наличие АГ [4, 5]. Учитывая ее большую распространенность в мировой популяции [6] как наиболее значимого фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), представляется очевидной необходимость поиска параметров поражения артериального русла, которые изменяются после НКИ.

В последнее время активно изучаются биомаркеры, позволяющие прогнозировать тяжелое течение и летальные исходы при COVID-19 [7]. При этом возможности инструментальных методов диагностики освещены в литературе недостаточно. До настоящего момента остается нерешенным вопрос по стратификации риска кардиоваскулярных катастроф у лиц после COVID-19. Исследование параметров АЖ призвано выявить лиц с высокой вероятностью возникновения сердечно-сосудистых событий, что имеет особую важность у людей, перенесших НКИ.

Цель — выявление показателей ригидности артерий, которые изменяются после COVID-19.

Материал и методы. В открытое сравнительное исследование включены 112 здоровых добровольцев и больных АГ 35–65 лет. Исследование выполнялось согласно стандартам Надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципам Хельсинской декларации. До проведения каких-либо процедур обследуемые подписывали согласие, форма которого была одобрена комитетом по этике ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет».

Критерии включения для здоровых лиц (группа «З»): отсутствие патологических изменений (по результатам объективного, лабораторного и инструментального обследований) и регулярного приема каких-либо препаратов; нормальные параметры артериального давления (АД). Для здоровых добровольцев, перенесших НКИ (группа «З/COVID+»), помимо перечисленных критериев, обязательным являлось наличие подтвержденного диагноза COVID-19 с помощью метода полимеразной цепной реакции.

Критерии включения в группу больных АГ (группа «АГ»): уровень систолического АД (САД) 140–179, диастолического АД (ДАД) 90–109 мм рт. ст., а также

отсутствие в анамнезе гипополипидемической терапии. Для группы пациентов с АГ, перенесших НКИ (группа «АГ/COVID+»), критерии включения были аналогичными. Кроме того, обязательным было наличие перенесенного COVID-19 (положительный мазок на SARS-CoV-2 методом полимеразной цепной реакции).

Критерии невключения: симптоматическая гипертонзия; АД \geq 180 и 110 мм рт. ст. в анамнезе; острое нарушение мозгового кровообращения/острый коронарный синдром в анамнезе; стенокардия; сахарный диабет, требующий коррекции инсулином; хроническая сердечная недостаточность (III–IV функционального класса по классификации New York Heart Association); тяжелые нарушения функции почек и печени.

Для лиц, перенесших НКИ, ограничением для включения в исследования являлся срок более 6 мес после инфицирования SARS-CoV-2.

Проводили сравнительное исследование в группах здоровых лиц и пациентов с АГ, обследованных до и после начала пандемии COVID-19.

Группа «З» включала 20 здоровых добровольцев (42,4 \pm 3,01 года), наблюдавшихся в 2018–2019 гг. Группа «З/COVID+» представлена 27 здоровыми лицами, перенесшими НКИ (41,9 \pm 5,6 года).

Группа «АГ» состояла из 34 пациентов, обследованных в 2010–2015 гг. (42 [35; 47] года), группа «АГ/COVID+» — из 31 больного, перенесшего инфицирование SARS-CoV-2 (46 [41; 48] лет).

Обследование проводили после 10 дней washout period, во время которого использовались только препараты короткого действия ситуационно.

Оценивали жалобы, анамнез жизни (наследственность, вредные привычки, наличие перенесенных заболеваний). Объективный осмотр лиц, включенных в исследование, состоял из оценки основных антропометрических показателей, таких как рост, масса тела, с последующим расчетом индекса массы тела, окружности талии, а также измерение АД по методу Короткова.

Биохимический анализ крови (OLYMPUS AU400, OLYMPUS CORPORATION, Япония) проводили с определением липидного профиля: общий холестерин (ОХС), триглицериды (ТГ), холестерина липопротеидов высокой плотности (ХС ЛВП); уровня глюкозы и креатинина. Рассчитывали показатели холестерина липопротеидов низкой плотности (ХС ЛНП) и невысокой плотности (ХС нЛВП) и скорости клубочковой фильтрации (СКФ) по CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration).

С помощью объемной сфигмографии (VS-1000, Fukuda Denshi, Япония) определяли такие показатели, как скорость распространения пульсовой волны в аорте (PWV), скорость распространения пульсовой волны в артериях преимущественно эластического типа справа и слева (R/L — PWV), скорость распространения пульсовой волны в артериях мышечного типа (B — PWV), индекс аугментации (AI), биологический возраст, а также сердечно-лодыжечный сосудистый индекс слева (L-/CAVI₁).

Пациентам с АГ проводили суточное мониторирование АД (СМАД, ВРLab «Петр Телегин», Россия). Регистрировали среднесуточные, среднедневные и средненочные значения САД, ДАД, ПАД, частоты сердечных сокращений (ЧСС). В зависимости от степени ночного изменения АД выделяли пациентов с нормальным (10–20%, диппер), недостаточным (0–10%, нондиппер), чрезмерным (>20%, овер-диппер) снижением

Основные факторы риска в группах сравнения, n=112

Параметр	Группа		p	Группа		p
	«3» (n=20)	«3/COVID+» (n=27)		«АГ» (n=34)	«АГ/COVID+» (n=31)	
Мужчины, абс. (%)	12 (60)	4 (14,8)	0,002	23 (67,6)	23 (74,2)	0,563
Курение, абс. (%)	0 (0)	2 (7,4)	0,214	9 (26,5)	5 (16,1)	0,312
Наследственность, абс. (%)	3 (15)	15 (55,6)	0,005	15 (44,1)	15 (48,4)	0,731
Индекс массы тела, кг/м ²	25,2±1,8	24,9±4,2	0,753	31,1±3,8	30,4±4,2	0,517
Окружность талии, см	83,6±6,4	79,4±14,1	0,223	101,6±7,6	104,6±11,1	0,224
САД, мм рт. ст.	120 (115; 122,5)	117,9±7,9	0,739	147 (144; 158)	152,1±7,8	0,277
ДАД, мм рт. ст.	80 (75; 80)	75 (70; 80)	0,201	97,3±4,5	94,6±6,2	0,078
ЧСС, уд/мин	70,8±5,4	68,9±5,7	0,244	76,7±10,2	74,9±7,3	0,281

и пациентов с повышением АД в ночные часы (<0%, найт-пикер). С помощью технологии Vasotens определяли аортальное систолическое давление (СД_{ао}), аортальное диастолическое давление (ДД_{ао}), аортальное пульсовое давление (ПД_{ао}), индекс аугментации в аорте (Aix_{ао}), время распространения отраженной волны (RWTT).

Результаты обрабатывали с использованием программы Statistica 13.0 (StatSoft Inc., США). При нормальном распределении данных для сравнительного анализа применяли критерий Стьюдента, результаты представляли в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ($M \pm SD$); при непараметрическом распределении — критерий Манна — Уитни, данные — в виде медианы и 25; 75 перцентилей ($Me [Q25\%; Q75\%]$). При сравнении качественных порядковых переменных использовали критерий χ^2 . Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Длительность от момента инфицирования SARS-CoV-2 до включения в исследование составила 58 (35; 160) дней для здоровых лиц и 120 (38; 174) дней — для пациентов с АГ. Среди лиц, перенесших COVID-19, преобладали амбулаторные больные. В группе «3/COVID+» легкая степень тяжести заболевания отмечена у 20 (74,1%) человек, в группе «АГ/COVID+» — у 29 (93,5%). Были госпитализированы 7 (25,9%) лиц группы «3/COVID+» и 2 (6,5%) больных группы «АГ/COVID+», у которых заболевание протекало в среднетяжелой форме. Лечение НКИ проводилось в соответствии с действующими временными методическими рекомендациями по профилактике, диагностике и лечению НКИ.

В группе «3» возраст обследуемых составил 42,4±3,0 года, в группе «3/COVID+» — 41,9±5,6 года ($p=0,739$); в группах больных АГ — 42 (35; 47) года и 46 (41; 48) лет ($p=0,051$) соответственно. В группе «3» отмечено преобладание мужчин, в группах больных АГ — равномерное распределение пациентов по гендерному признаку. У здоровых, перенесших НКИ, зарегистрировано большее количество лиц с отягощенной наследственностью. Группы «АГ» и «АГ/COVID+» были сопоставимы в отношении основных факторов риска ССЗ (табл. 1).

Длительность АГ составила 6 (3,5; 10) и 5 (4; 12) лет соответственно в группах сравнения ($p=0,674$). АГ 1-й степени диагностирована в группе «АГ» у 19 пациентов, в группе «АГ/COVID+» — у 17 обследуемых; 2-я степень АГ — у 15 и 14 человек соответственно

($p=0,933$). Пациенты в группах сравнения с сопоставимой частотой использовали блокаторы ренин-ангиотензин-альдостероновой системы — 12 (35,35) и 15 (43,4%) человек ($p=0,285$), антагонисты кальция — 3 (8,8%) и 2 (6,5%), диуретики — 5 (14,7%) и 4 (9,7%) обследуемых ($p=0,834$) соответственно. При этом в группе «АГ» 7 человек использовали β -адреноблокаторы при отсутствии применения этой группы препаратов в группе «АГ/COVID+» ($p=0,008$). Принимали 2 лекарственных средства и более 3 (8,8%) и 4 (12,9%) обследуемых соответственно ($p=0,597$). До включения в исследование не лечились по 14 пациентов в каждой группе, из них впервые выявлена АГ была у 1 человека группы «АГ» и у 7 лиц группы «АГ/COVID+» ($p=0,017$).

Гипертрофия левого желудочка отмечена у 8 (23,5%) и 5 (16,1%) больных в группах сравнения ($p=0,457$).

В группе «3/COVID+» отмечены более высокие показатели ХС неЛВП, ХС ЛНП и более низкие значения ХС ЛВП ($p=0,038$; 0,032; 0,006) при сравнении с группой «3». Пациенты с АГ, обследованные до и после начала пандемии НКИ, по параметрам липидного профиля не различались ($p > 0,05$) (рис. 1).

В группах здоровых лиц уровень глюкозы составил 5,2±0,4 и 5,1±0,5 ммоль/л соответственно ($p=0,364$); в группах больных АГ — 5,6 (5,3; 6,1) и 5,5 (4,9; 5,8) ммоль/л соответственно ($p=0,211$). СКФ, рассчитанная по СКД-ЕPI, также достоверно не отличалась в группах сравнения: 88,2 (86,9; 89,6) мл/мин/1,73 м² — в группе «3» и 87,8±12,7 мл/мин/1,73 м² — в группе «3/COVID+» ($p=0,646$); 83,8±16,6 мл/мин/1,73 м² — в группе «АГ» и 85 (78; 98) мл/мин/1,73 м² — в группе «АГ/COVID+» ($p=0,341$).

Дополнительно определяли категорию СКФ (по KDIGO): у здоровых добровольцев С1 определена у 3 (15%) и 12 (44,4%) человек ($p=0,015$), С2 — у 17 (75%) и 15 (55,6%) лиц ($p=0,033$) соответственно. В группе «АГ» категория С1 зарегистрирована у 13 (38,2%) больных, С2 — у 18 (52,9%), С3 — у 3 (8,9%) обследуемых; в группе «АГ/COVID+» — 11 (35,5%), 20 (64,5%) и 0 (0%) пациентов ($p=0,819$; $p=0,345$; $p=0,091$) соответственно.

Результаты СМАД продемонстрировали, что среднесуточные, средние дневные и ночные значения АД были сопоставимы в группах «АГ» и «АГ/COVID+». При этом отмечено достоверное отличие пациентов по ночному уровню RWTT (табл. 2).

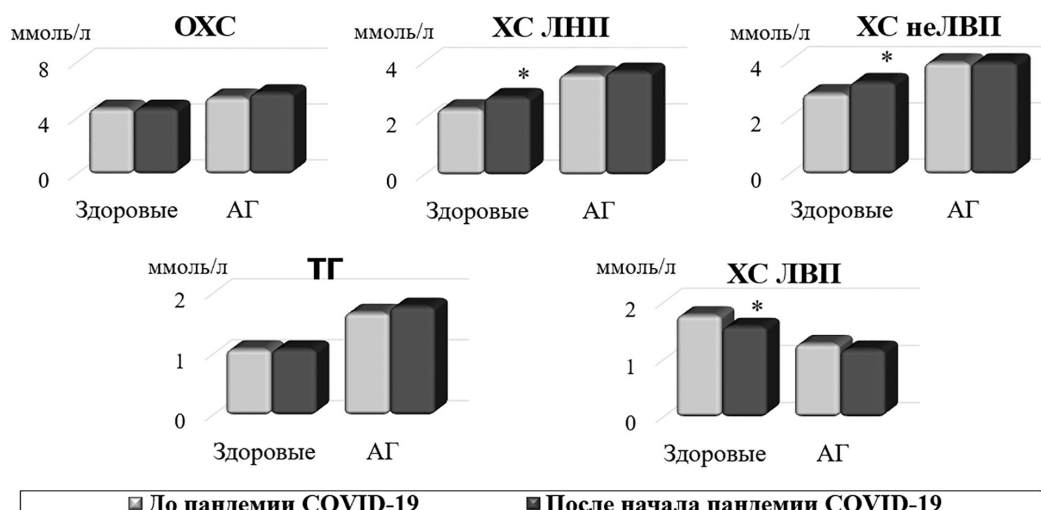


Рис. 1. Параметры липидного профиля в группах сравнения. Здесь и далее в рис. 2: *значимые различия между группами

Таблица 2

Параметры суточного мониторирования артериального давления в группах сравнения, n=65

Показатель	Группа		p
	«АГ» (n=34)	«АГ/COVID+» (n=31)	
Среднесуточные параметры			
САД, мм рт. ст.	139,1±7,7	141,1±10,6	0,345
ДАД, мм рт. ст.	88,6±6,5	89,6 (86; 93)	0,799
ЧСС, уд/мин	75,9±9,5	75,3±5,9	0,982
ПАД, мм рт. ст.	50,5±5,7	51,4±7,6	0,438
RWTT, мс	137,1±11,3	134 (127; 146)	0,284
СД _{ао} , мм рт. ст.	128,2±7,2	129 (124; 135)	0,569
ДД _{ао} , мм рт. ст.	90,4±7,4	90 (88; 96)	0,424
ПД _{ао} , мм рт. ст.	37,5±4,5	38 (35; 40)	0,871
Aix _{ао} , %	10,9±14,9	3 (-4; 20,5)	0,569
Средние дневные параметры			
САД, мм рт. ст.	144,1±8,2	144 (137; 150)	0,966
ДАД, мм рт. ст.	93,2±6,8	92,2±6,2	0,587
ПАД, мм рт. ст.	50,9±5,9	52,7±7,9	0,345
RWTT, мс	132,4±11	132 (125; 146)	0,516
СД _{ао} , мм рт. ст.	132,7±6,8	132 (127; 138)	0,886
ДД _{ао} , мм рт. ст.	95,2±6,9	94,4±6,4	0,669
ПД _{ао} , мм рт. ст.	37,4±4,4	39 (35; 41)	0,385
Aix _{ао} , %	9,7±15,8	6,9±13,9	0,491
Средние ночные параметры			
САД, мм рт. ст.	118 (115; 129)	125 (118; 138)	0,133
ДАД, мм рт. ст.	75,4±7,9	78±8,8	0,118
ПАД, мм рт. ст.	47,6±6,9	47,7±8,3	0,942
RWTT, мс	144,6±12,8	133 (129; 142)	0,023
СД _{ао} , мм рт. ст.	112,5 (110; 124)	117 (110; 129)	0,206
ДД _{ао} , мм рт. ст.	78,6±9,2	82,8±9,4	0,106
ПД _{ао} , мм рт. ст.	37,4±4,9	37,9±6,6	0,783
Aix _{ао} , %	18,5 (2; 31)	12,6±19,9	0,354

Примечание. PWV_{ао} — скорость распространения пульсовой волны в аорте.

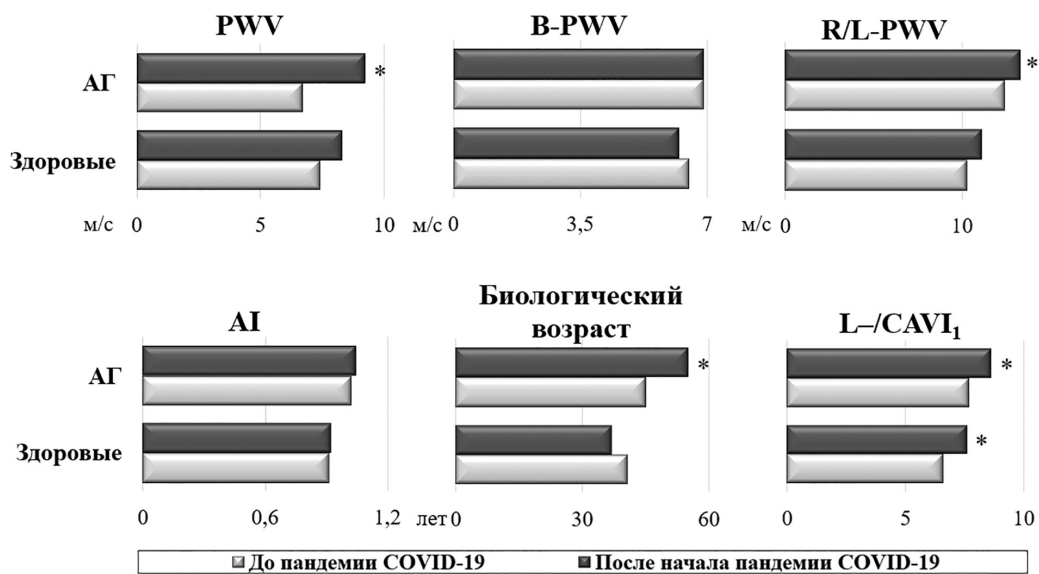


Рис. 2. Сравнение показателей артериальной ригидности по данным объемной сфигмографии

Анализ суточного профиля АД не выявил межгрупповых различий по САД: диппер — 24 (70,6%) и 20 (64,5%) пациентов ($p=0,602$), нон-диппер — 9 (26,5%) и 8 (25,8%) больных ($p=0,952$), овер-диппер — 1 (2,9%) и 2 (6,5%) человека ($p=0,501$), найт-пикер — 0 (0%) и 1 (3,2%) пациент ($p=0,292$) соответственно. При сопоставимом количестве дипперов, нон-дипперов и найт-пикеров зафиксировано преобладание овер-дипперов в группе «АГ» по степени ночного снижения ДАД: диппер — 20 (58,8%) и 21 (67,7%) ($p=0,457$), нон-диппер — 3 (8,8%) и 6 (19,4%) ($p=0,221$), овер-диппер — 11 (32,4%) и 3 (9,7%) ($p=0,027$), найт-пикер — 0 (0%) и 1 (3,2%) ($p=0,292$) соответственно.

По данным объемной сфигмографии отмечено повышение $L-/CAVI_1$ у здоровых и больных АГ, перенесших COVID-19. У пациентов с АГ при сопоставимом уровне B-PWV и AI зарегистрированы более высокие значения PWV, R/L-PWV и биологического возраста в группе «АГ/COVID+» (рис. 2).

У здоровых лиц, обследованных до и после пандемии НКИ, отмечено соответствие биологического и паспортного возрастов. При этом у больных группы «АГ» биологический возраст опережал паспортный на 2 года ($p=0,032$), у лиц группы «АГ/COVID+» — на 9 лет ($p=0,001$).

Обсуждение. В последнее время появляется все больше данных, демонстрирующих отягощающее влияние COVID-19 на течение сердечно-сосудистой патологии, что проявляется развитием или декомпенсацией уже имеющихся ССЗ. Показано, что НКИ не ограничивается острым периодом заболевания, а приводит к формированию долгосрочных последствий [8], часть из которых продолжает изучаться.

Результаты международного регистра АКТИВ продемонстрировали, что среди вновь диагностированных заболеваний за 12 мес наблюдения на долю АГ приходится 24,63% случаев. Показано также, что COVID-19 способствовал росту заболеваемости АГ в 4,4 раза (при сравнении с данными исследования «ЭПОХА») и в 7,0 раза (при сравнении с данными Росстата за 2019 г.) [4]. Данные исследования «случай — контроль» продемонстрировали,

что у участников с НКИ в анамнезе САД было значительно выше, при сравнении с неболевшими лицами [9].

Особенности метаболизма вируса SARS-CoV-2, его проникновение в клетку с использованием липидной оболочки, а также иммуноопосредованное нарушение метаболизма — факторы, определяющие развитие дислипидемии у пациентов после COVID-19 [10]. В когортном исследовании зарегистрированы более высокие уровни ОХС, ХС ЛНП и ТГ у пациентов, госпитализированных по поводу НКИ, по сравнению с группой амбулаторных больных [11]. В другой зарубежной работе также выявлено повышение ТГ и ХС ЛНП через 3 мес после выздоровления в отличие от неболевших лиц [9]. В настоящем исследовании отмечено достоверное повышение ОХС, ХС нЛВП и снижение ХС ЛВП у здоровых лиц, перенесших COVID-19, при сравнении с группой «3». Отсутствие достоверных отличий между группами пациентов с наличием АГ, вероятно, связано с небольшим размером выборки.

АЖ является интегральным маркером сердечно-сосудистого риска, которая отражает феномен старения сосудов [12]. Еще в 2020 г. сделано предположение о том, что повышение артериальной ригидности может стать важным последствием НКИ [13]. Согласно литературным данным, COVID-19 способствует развитию изменений АЖ даже у здоровых лиц [14]. При этом у больных АГ выявляются более выраженные изменения сосудистой жесткости [3]. По данным I. Ikonomidis и соавт. (2022 г.) отмечены повышенные значения АЖ через 12 мес наблюдения при сравнении с контрольной группой [15].

Данные метаанализа продемонстрировали корреляцию между инфицированием SARS-CoV-2 и увеличением каротидно-фemorальной скорости распространения пульсовой волны [16]. В работе 2021 г. S. M. Ratchford и соавт. показано повышение данного параметра у лиц с диагностированным COVID-19 в отличие от неболевших [17]. Учеными представлены данные об увеличении $L-/CAVI_1$ после инфицирования SARS-CoV-2, кроме того, повышенные уровни индекса сохранялись через 7 мес наблюдения [18].

В проведенном нами исследовании у здоровых лиц, перенесших НКИ, отмечено достоверное

увеличение L-/CAVI₁, при сравнении с контрольной группой. У пациентов группы «АГ/COVID+» зарегистрировано повышение PWV, R/L-PWV, биологического возраста, а также L-/CAVI₁.

COVID-19 способствует раннему сосудистому старению, что проявляется несоответствием между биологическим и паспортным возрастом [19]. В настоящей работе у больных АГ, перенесших COVID-19, биологический возраст на 9 лет опережал значения паспортного, что, вероятно, явилось следствием инфицирования SARS-CoV-2.

По литературным данным описана связь RWTT с коронарным кровотоком, поэтому представляет интерес обнаружение более низких значений данного показателя у пациентов с АГ после COVID-19 [20].

Заключение. В настоящем исследовании у здоровых лиц, перенесших COVID-19, отмечены нарушения липидного профиля, а также повышение L-/CAVI₁ при сравнении с группой неболевших. У больных АГ после COVID-19 отмечено негативное изменение большинства показателей АЖ.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов. Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов.

References (Список источников)

1. Lukyanov MM, Andreenko EYu, Martsevich SYu, et al. Two-year outcomes in patients after hospitalization for COVID-19: data from the TARGET-VIP registry. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023; 22 (10): 3757. (In Russ.) Лукьянов М.М., Андреев Е.Ю., Марцевич С.Ю. и др. Исходы за двухлетний период наблюдения больных после госпитального лечения по поводу COVID-19 (данные регистра ТАРГЕТ-ВИП). *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023; 22 (10): 3757. DOI: 10.15829/1728-8800-2023-3757
2. Gianni D, Allen SL, Tsang J, et al. Postdischarge thromboembolic outcomes and mortality of hospitalized patients with COVID-19: the CORE-19 registry. *Blood*. 2021; 137 (20): 2838–47. DOI: 10.1182/blood.2020010529
3. Vidya G, Sowganthikashri A, Madhuri T, et al. Arterial stiffness and COVID-19: potential association with diabetes, hypertension and obesity: A cross sectional study. *Maedica (Bucur)*. 2023; 18 (3): 447–54. DOI: 10.26574/maedica.2023.18.3.447
4. Arutyunov GP, Tarlovskaya EI, Arutyunov AG, et al. Clinical features of post-COVID period. Results of an International Register "Dynamics Analysis of Comorbidities in SARS-CoV-2 Survivors (ACTIV SARS-CoV-2)" (12-month follow-up). *Russian Journal of Cardiology*. 2023; 28 (4): 5424. (In Russ.) Арутюнов Г.П., Тарловская Е.И., Арутюнов А.Г. и др. Вновь диагностированные заболевания и частота их возникновения у пациентов после новой коронавирусной инфекции. Результаты международного регистра «Анализ динамики коморбидных заболеваний у пациентов, перенесших инфицирование SARS-CoV-2 (АКТИВ SARS-CoV-2)» (12 мес наблюдения). *Российский кардиологический журнал*. 2023; 28 (4): 5424. DOI: 10.15829/1560-4071-2023-5424
5. Gu T, Chu Q, Yu Z, et al. History of coronary heart disease increased the mortality rate of patients with COVID-19: A nested case-control study. *BMJ Open*. 2020; 10 (9): e038976. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-038976
6. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). World-wide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: A pooled analysis of 1201

population-representative studies with 104 million participants. *Lancet*. 2021; 398 (10304): 957–80. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01330-1

7. Gumerov RM, Gareeva DF, Davtyan PA, et al. Serum biomarkers of cardiovascular complications in COVID-19. *Russian Journal of Cardiology*. 2021; 26 (2S): 4456. (In Russ.) Гумеров Р.М., Гареева Д.Ф., Давтян П.А. и др. Предикторные сывороточные биомаркеры поражения сердечно-сосудистой системы при COVID-19. *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26 (2S): 4456. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4456

8. Bunova SS, Okhotnikova PI, Skirdenko YuP, et al. COVID-19 and cardiovascular comorbidity: novel approaches to reduce mortality. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021; 20 (4): 2953. (In Russ.) Бунова С.С., Охотникова П.И., Скирденко Ю.П. и др. COVID-19 и сердечно-сосудистая коморбидность: поиск новых подходов к снижению смертности. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021; 20 (4): 2953. DOI: 10.15829/1728-8800-2021-2953

9. Gameil MA, Marzouk RE, Elsebaie AH, et al. Long-term clinical and biochemical residue after COVID-19 recovery. *Egypt Liver J*. 2021; 11 (1): 74. DOI: 10.1186/s43066-021-00144-1

10. Wrona M, Skrypnik D. New-onset diabetes mellitus, hypertension, dyslipidaemia as sequelae of COVID-19 infection: systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19 (20): 13280. DOI: 10.3390/ijerph192013280

11. Dennis A, Wamil M, Alberts J, et al; COVERSCAN study investigators. Multiorgan impairment in low-risk individuals with post-COVID-19 syndrome: a prospective, community-based study. *BMJ Open*. 2021; 11 (3): e048391. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-048391

12. Podrug M, Koren P, Dražić Maras E, et al. Long-term adverse effects of mild COVID-19 disease on arterial stiffness, and systemic and central hemodynamics: A pre-post study. *J Clin Med*. 2023; 12 (6): 2123. DOI: 10.3390/jcm12062123

13. Varga Z, Flammer AJ, Steiger P, et al. Endothelial cell infection and endotheliitis in COVID-19. *Lancet*. 2020; 5 (2): 1417–18. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30937-5

14. Rodilla E, López-Carmona MD, Cortes X, et al; SEMI-COVID-19 Network. Impact of arterial stiffness on all-cause mortality in patients hospitalized with COVID-19 in Spain. *Hypertension*. 2021; 77 (3): 856–67. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.16563

15. Ikonomidis I, Lambadiari V, Mitrakou A, et al. Myocardial work and vascular dysfunction are partially improved at 12 months after COVID-19 infection. *Eur J Heart Fail*. 2022; 24 (4): 727–9. DOI: 10.1002/ejhf.2451

16. Jannasz I, Pruc M, Rahnama-Hezavah M, et al. The impact of COVID-19 on carotid-femoral pulse wave velocity: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Med*. 2023; 12 (17): 5747. DOI: 10.3390/jcm12175747

17. Ratchford SM, Stickford JL, Province VM, et al. Vascular alterations among young adults with SARS-CoV-2. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2021; 320 (1): H404–10. DOI: 10.1152/ajpheart.00897.2020

18. Can Y, Kocayigit I, Kocayigit H, et al. Ongoing effects of SARS-CoV-2 infection on arterial stiffness in healthy adults. *Angiology*. 2023; 75 (2): 116–21. DOI: 10.1177/00033197231183227

19. Badaras I, Laučytė-Cibulskienė A. Vascular aging and COVID-19. *Angiology*. 2023; 74 (4): 308–16. DOI: 10.1177/00033197221121007

20. Vasilieva IN, Chesnikova AI, Klimenkova OS, et al. Evaluation of the effectiveness of drug treatment in patients with arterial hypertension and insomnia. *South Russian Journal of Therapeutic Practice*. 2021; 2 (4): 49–59. (In Russ.) Васильева И.Н., Чесникова А.И., Клименкова О.С. и др. Оценка эффективности медикаментозного лечения пациентов с артериальной гипертензией и инсомнией. *Южно-Российский журнал терапевтической практики*. 2021; 2 (4): 49–59. DOI: 10.21886/2712-8156-2021-2-4-49-59

Статья поступила в редакцию 28.12.2023; одобрена после рецензирования 01.07.2024; принята к публикации 09.07.2024. The article was submitted 28.12.2023; approved after reviewing 01.07.2023; accepted for publication 09.07.2024.

Информация об авторах:

Ксения Игоревна Павленко — аспирант 3-го года обучения кафедры «Терапия», ассистент кафедры «Терапия», *Ksenia-p2017@mail.ru*, ORCID 0009-0003-3002-5815; **Ирина Владимировна Авдеева** — доцент кафедры «Терапия», доцент, кандидат медицинских наук, *eliseeva.iv1@gmail.com*, ORCID 0000-0003-4266-5900

Information about the authors:

Ksenia I. Pavlenko — Post-Graduate Student of the 3rd Year of Study of Therapy Department, Instructor of Therapy Department, *Ksenia-p2017@mail.ru*, ORCID 0009-0003-3002-5815; **Irina V. Avdeeva** — Assistant Professor of Therapy Department, Associate Professor, PhD, *eliseeva.iv1@gmail.com*, ORCID 0000-0003-4266-5900.