

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕМНОЙ СФИГМОГРАФИИ У РЕКОНВАЛЕСЦЕНТОВ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

¹ Любавина Н. А., ^{1,2} Милютина М. Ю., ^{1,2} Макарова Е. В., ¹ Тюрикова Л. В.,
¹ Вахламов В. А., ¹ Аллахкулиева Л. Н.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, Российская Федерация, e-mail: marinamilutina@bk.ru;

²Федеральное бюджетное учреждение науки «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии Роспотребнадзора, Нижний Новгород, Российская Федерация

Цель исследования – проанализировать показатели объемной сфигмографии у реконвалесцентов новой коронавирусной инфекции COVID-19 через год после перенесенной двусторонней вирусной пневмонии, обусловленной вирусом SARS-CoV-2. Всего в исследование включено 50 пациентов, разделенных на 2 группы: в основную группу включено 30 реконвалесцентов пневмонии COVID-19, обследованных спустя год после заболевания, а в группу сравнения – 20 пациентов, которые не болели новой коронавирусной инфекцией. Все обследуемые были осмотрены врачом-терапевтом с оценкой качества жизни по опроснику SF-36, пульсоксиметрией, определением индекса CAVI и других параметров, определяемых при помощи объемной сфигмографии. В основной группе выявлено падение физического компонента здоровья, а также более высокие параметры артериальной жесткости относительно группы сравнения. Определены корреляционные взаимосвязи между индексом CAVI и уровнем SpO₂, а также физическим и психологическим компонентами здоровья. Выявленное повышение параметров жесткости артериальной стенки может носить устойчивый характер у реконвалесцентов COVID-19, а также может служить предиктором преждевременного сосудистого старения у данной категории пациентов.

Ключевые слова: объемная сфигмография, сосудистая жесткость, артериальная стенка, COVID-19, новая коронавирусная инфекция.

EVALUATION OF VOLUMETRIC SPHYGMOGRAPHY PARAMETERS IN CONVALESCENTS COVID-19

¹Lyubavina N. A., ^{1,2}Milyutina M. Yu., ^{1,2}Makarova E. V., ¹Tyurikova L. V.,
¹Vakhlamov V. A., ¹Allakhkulieva L. N.

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Volga Research Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, Russian Federation, e-mail: marinamilutina@bk.ru;

²Federal Budgetary Institution of Science “Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology” of Rospotrebnadzor, Nizhny Novgorod, Russian Federation

The aim of the study was to evaluate the parameters of volumetric sphygmography in convalescents of COVID-19 one year after the bilateral viral pneumonia caused by SARS-CoV-2. The study included 2 groups of patients: the main group – 30 COVID-19 pneumonia convalescents examined a year after the disease, the comparison group – 20 people who were not sick with COVID-19. A general practitioner was examined with pulse oximetry and quality of life assessment using the SF-36 questionnaire, the CAVI index and other parameters of volumetric sphygmography. Results. The COVID-19 pneumonia convalescent group was characterized by a decrease in the physical component of health, as well as higher vascular rigidity relative to the comparison group. The correlation relationships of the CAVI index with the SpO₂ level and the physical and psychological components of health are determined. The revealed increased stiffness of the arterial wall is stable in COVID-19 convalescents and can serve as a predictor of premature vascular aging in this category of patients.

Keywords: volumetric sphygmography, vascular stiffness, arterial wall, COVID-19, novel coronavirus infection.

Введение

Пандемия, вызванная новой коронавирусной инфекцией COVID-19, послужила серьезным вызовом для сферы здравоохранения во всем мире, что обусловлено высокой

заболеваемостью и смертностью [1]. По состоянию на 07.11.2022 в мире подтверждено более 628 млн заболевших и более 6,5 млн умерших от COVID-19; в России кумулятивное число заболевших превысило 21 млн, из них умерли 390,4 тыс. пациентов [2]. Данные международного регистра АКТИВ продемонстрировали доминирование проявлений кардиоваскулярной патологии в постковидном периоде [3]. Известно, что в Российской Федерации кардиоваскулярная патология сохраняет лидирующие позиции как в структуре заболеваемости, так и среди причин смертности [4].

Эндотелиальная дисфункция является важным патогенетическим звеном при COVID-19 как в остром, так и в постковидном периоде, а также в развитии атеросклеротического поражения сосудов [5, 6]. С другой стороны, эндотелиальная дисфункция и ригидность артериальной стенки являются предикторами сосудистого старения [7–9]. Предупреждение развития кардиоваскулярных заболеваний, в том числе построенное на выявлении риск-факторов их развития, является перспективным направлением медицины. Достаточно новым и объективным показателем состояния артериальной стенки и параметром кардиоваскулярного риска является жесткость сосудистой стенки [10, 11].

Введение в медицинскую практику неинвазивных методов оценки сосудистого русла, таких как объемная сфигмография, может улучшить точность оценки эластичности артериальной стенки и служить прогностическими факторами сердечно-сосудистых заболеваний и синдрома раннего старения сосудов у лиц, переболевших новой коронавирусной инфекцией [12, 13].

Цель исследования – оценка параметров объемной сфигмографии у реконвалесцентов новой коронавирусной инфекции COVID-19 через год после перенесенной двусторонней вирусной пневмонии, обусловленной вирусом SARS-CoV-2.

Материал и методы исследования

В исследование включено 50 пациентов обоих полов в возрасте старше 18 лет. Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией (2013) и одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России (Протокол № 12 от 26.08.20). Всеми пациентами подписано информированное добровольное согласие на участие в исследовании. Дизайн исследования: одноцентровое когортное обсервационное двойное слепое.

Основная группа представлена 30 реконвалесцентами COVID-19, перенесшими среднетяжелое и тяжелое течение новой коронавирусной инфекции (подтвержденной методом ПЦР на РНК SARS-CoV-2 в оро-/рино-фарингеальном мазке), которые получили комплексное обследование через год после перенесенного заболевания в условиях кабинета диспансерного наблюдения Университетской клиники ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский

медицинский университет» Минздрава России. Средний возраст пациентов, явившихся на амбулаторный прием через год после перенесенной новой коронавирусной инфекции, составил $56,2 \pm 11,6$ лет. От старта заболевания до проведения настоящего обследования прошло $356,8 [320,0; 386,0]$ дней, а от выписки из стационара – $338,6 [294,0; 373,0]$ дней. Количество женщин в два раза превышало количество мужчин (21 женщина и 9 мужчин).

В группу сравнения включено 20 чел., отобранных по следующим критериям: отсутствие в анамнезе COVID-19, сопоставимость по возрастно-половому составу и сопутствующим заболеваниям с основной группой. Критерии исключения из исследования – возраст старше 65 лет, а также наличие более одного состояния, приводящего к повышению сосудистой жесткости (неконтролируемая артериальная гипертензия, сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца, ожирение, ХОБЛ, стаж курения 10 пачка-лет и более и т. д.).

Всем исследуемым были проведены объективный осмотр врача-терапевта; анкетирование (опросник SF-36 для определения качества жизни); измерение сатурации кислородом капиллярной крови (SpO_2) при помощи пульсоксиметрии.

Предварительно для анализа показателей качества жизни (психологического компонента здоровья – МН и физического компонента здоровья – РН) согласно инструкции осуществлялась перекодировка ответов, для обеих шкал наивысшее значение равно 100, средний уровень – 50. Показатель качества жизни тем лучше, чем выше оценка.

Ригидность сосудистой стенки измерялась при помощи методики объемной сфигмографии на приборе VaSera VS-1500N (Fukuda Denshi, Япония) с целью оценки влияния новой коронавирусной инфекции на состояние эластических свойств сосудистой стенки путем неинвазивного измерения жесткости стенки артерий.

Проведена оценка основных показателей объемной сфигмографии:

Лодыжечно-плечевой индекс (ABI) – параметр, определяемый как отношение уровня систолического АД, измеренного на голени, и уровня систолического АД, измеренного на плече. Данные для интерпретации числовых значений ABI приведены в табл. 1.

Таблица 1

Референтные значения лодыжечно-плечевого индекса (ABI)

Показатель	Интерпретация
1,0–1,30	Норма
0,91–0,99	Пограничный показатель
0,71–0,90	Мягкая степень стеноза артерий нижних конечностей
0,41 – 0,70	Средняя степень стеноза артерий нижних конечностей

< 0,40	Тяжелая степень стеноза артерий нижних конечностей
--------	--

Примечание: составлена авторами на основе источника [14]

Сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (Cardio-Ankle Vascular Index или CAVI) – показатель ригидности артериальной стенки по всему протяжению сосудистой системы, не реагирующий на изменение текущего уровня АД и отражающий истинную жесткость стенки сосудов. Жесткость сосуда прямо пропорциональна значению CAVI. Данные для интерпретации числового значения CAVI приведены в табл. 2.

Таблица 2

Референтные значения сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (CAVI)

Показатель	Интерпретация
$CAVI \geq 9,0$	Возможный атеросклероз
$8,0 \leq CAVI < 9,0$	Пограничный показатель
$CAVI < 8,0$	Норма

Примечание: составлена авторами на основе источника [14]

Время изгнания (ET) – отрезок времени от старта раскрытия аортального клапана до его смыкания [14].

Время напряжения (PER) – промежуток времени от регистрации зубца Q на электрокардиограмме до регистрации второго тона на фонокардиограмме. По отклонению параметра от нормы можно косвенно судить о снижении насосной функции сердца (референтный интервал составляет $105,2 \pm 13,6$ мс).

Отношение PER/ET (коэффициент Вайсслера) превышает уровень 0,36 при уменьшении насосной функции сердца и снижении возврата венозной крови и снижается при увеличении притока венозной крови.

При проведении статистической обработки полученных данных применялся пакет прикладных программ Statistika 6.0. Количественные данные, подчиняющиеся закону нормального распределения, были описаны в виде $M \pm B$ (где M – среднее значение, B – стандартное отклонение). Количественные данные, имеющие отличие от нормального распределения описывались в виде $Me [Q25; Q75]$, где Me – медиана признака, Q25 и Q75 – интерквартильный размах. При помощи непараметрических статистик Mann – Whitney U-test оценивали статистическую достоверность различий между изучаемыми параметрами. Отличия между исследуемыми показателями определялись как статистически значимые при уровне $p < 0,05$. Кроме того, был осуществлен корреляционный анализ Спирмена.

Результаты исследования и их обсуждение

При обследовании пациентов были проведены пульсоксиметрия и определение качества жизни с применением опросника SF-36, результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели качества жизни и пульсоксиметрии
у реконвалесцентов COVID-19, $M \pm \sigma$, Me [25Q; 75Q]

Показатель	Основная группа, n = 30	Контрольная группа, n = 20	Значение p
1	2	3	4
Физический компонент здоровья (PH)	47,3 [35; 54]*	55,5 [52; 59]	0,04
Психологический компонент здоровья (MH)	48,9 [38; 55]	49,2 [45; 53]	0,78
SPO ₂ , (%)	97 \pm 2,5	98 \pm 1,7	0,65

Примечание: * – статистическая значимость различий в сравнении с обследованными, не болевшими COVID-19 ($p < 0,05$). Составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Уровень сатурации капиллярной крови кислородом SPO₂ в покое был в пределах нормальных значений и не различался в сравниваемых группах ($p = 0,65$).

При исследовании качества жизни реконвалесцентов COVID-19 через 12 месяцев от манифестации болезни было выявлено снижение физического компонента здоровья ($p = 0,04$), в то же время психологический компонент здоровья у реконвалесцентов через год не отличался в сравнении с группой не болевших COVID-19 респондентов ($p = 0,78$).

Результаты исследования ригидности сосудистой стенки в сравниваемых группах методом объемной сфигмографии продемонстрированы в табл. 4.

Таблица 4

Показатели объемной сфигмографии у реконвалесцентов COVID-19, Me [25Q; 75Q]

Показатель	Основная группа n = 30	Группа сравнения n = 20	Значение p
1	2	3	4
R-CAVI	8,1 [6,7; 9,0]	7,1 [6,45; 7,4]	0,003
L-CAVI	7,9 [6,7; 8,8]	7,1 [6,5; 7,8]	0,028
R-ABI	1,12 [1,02; 1,2]	1,09 [1,03; 1,12]	0,126
L-ABI	1,13 [1,06; 1,18]	1,13 [1,09; 1,16]	0,252

AI	1,2 [0,99; 1,43]	0,94 [0,92; 1,11]	0,004
PEP (мс)	102,5 [92,5; 120,5]	89 [80; 104]	0,008
ET (мс)	299,5 [282,5; 310]	290,5 [277; 309]	0,188
PEP/ET	0,345 [0,325; 0,39]	0,3 [0,27; 0,36]	0,157

Примечание: * – статистическая значимость различий в сравнении с обследованными, не болевшими COVID-19 ($p < 0,05$). Составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Оценка полученных показателей продемонстрировала, что в группе лиц, перенесших новую коронавирусную инфекцию, среднее значение индекса CAVI справа и слева достоверно превосходило соответствующие параметры группы контроля соответственно на 14 и 11 %. В то же время в группе сравнения среднее значение индексов CAVI справа и слева не превышало условную норму 8,0, при этом в основной группе уровень R-CAVI превышал норму, а значение L-CAVI соответствовало верхней границе референсного интервала. Была обнаружена обратная корреляционная связь значения сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (CAVI) с уровнем SpO2 ($R = -0,67$ $p = 0,016$) и физическим и психологическим компонентами здоровья ($R1 = -0,44$ $p1 = 0,015$ и $R2 = -0,48$ $p2 = 0,008$ соответственно).

Анализ полученных данных продемонстрировал значимое различие между группами по уровню индекса аугментации (AI), показывающего степень подъема давления в артериальных сосудах после возврата отраженной волны. Показатель AI группы переболевших превышал значение группы сравнения на 28 %. Кроме того, в основной группе выявлено значимое увеличение времени напряжения (PEP), косвенно характеризующего насосную функцию сердца – средняя продолжительность PEP группы переболевших превышала показатель группы сравнения на 15 %, при этом не выходя за верхний референсный предел (105 мс). Продолжительность времени изгнания и коэффициент Вайсслера имели тенденцию к более высоким показателям в группе реконвалесцентов, не достигая при этом уровня достоверности ($p = 0,188$ и $p = 0,157$ соответственно). При дальнейшем анализе результатов объемной сфигмографии была проведена оценка распространенности лиц с высоким индексом CAVI и признаками ускоренного старения сосудов, проявляющимся повышением расчетного возраста над хронологическим, среди реконвалесцентов COVID-19 и в группе сравнения. Высокое значение параметров артериальной жесткости ($CAVI > 8,0$) выявлено у каждого второго обследуемого основной группы (50 % от численности группы – 15 чел.), при этом высокий CAVI в группе сравнения наблюдался только у каждого десятого пациента (10 % от численности группы – 2 чел.), отличие оказалось статистически значимым ($p < 0,05$). Биологический (расчетный) возраст превысил паспортный у 13 пациентов из группы реконвалесцентов (43 %) и у 3 пациентов из

группы сравнения (15 %), разница по процентному составу оказалась статистически значимой ($p < 0,05$).

Известно, что индекс CAVI характеризует истинную жесткость сосудистой стенки и выступает в качестве показателя, отражающего реализованное воздействие неблагоприятных факторов на сердечно-сосудистую систему. В настоящее время увеличения сосудистого сердечно-лодыжечного индекса предлагается рассматривать в качестве маркера высокого кардиоваскулярного риска. Увеличение индекса аугментации может свидетельствовать о повышении центрального пульсового давления и рассматривается в качестве предиктора поражения органов-мишеней в случае развития атеросклероза [15]. Полученные данные демонстрируют способность SARS-CoV-2 наносить ущерб сердечно-сосудистой системе. Ряд исследователей продемонстрировали повышение жесткости сонных артерий и аорты у молодых людей – реконвалесцентов COVID-19 [16, 17]. Ранее исследования демонстрировали, что повышение сосудистой жесткости наблюдается у пациентов уже через 3–4 недели после положительного теста на SARS-CoV-2 относительно контрольной группы. Выявляемую таким образом сосудистую дисфункцию связывают прежде всего с системным воспалением, возможностью вирусных частиц напрямую взаимодействовать с рецептором ангиотензинпревращающего фермента 2 (АПФ2), а также с персистирующей хронической васкулопатией после перенесенного COVID-19 [18]. Данное исследование показало, что снижение эластичности артериальной стенки, являющаяся показателем синдрома раннего сосудистого старения, носит достаточно устойчивый характер и определяется у каждого второго обследуемого, перенесшего среднетяжелый и тяжелый COVID-19 спустя год после перенесенного заболевания.

Заключение

У лиц, переболевших COVID-19 в среднетяжелой или тяжелой формах, спустя один год после выздоровления выявляется снижение физического компонента здоровья по данным опросника качества жизни SF-36. По показателям объемной сфигмографии у лиц, переболевших среднетяжелой или тяжелой пневмонией, обусловленной COVID-19, среднее значение сердечно-лодыжечного сосудистого индекса CAVI с обеих сторон значимо превосходило соответствующие параметры группы сравнения. Кроме того, в группе реконвалесцентов COVID-19 относительно группы сравнения были увеличены значения индекса аугментации (AI) и времени напряжения (PER), хотя они при этом не превышали верхний референсный предел. Расчетный сосудистый возраст превышал биологический у реконвалесцентов COVID-19 пневмонии чаще, чем у не болевших COVID-19. Таким образом, в данном исследовании показано, что артериальная ригидность, являющаяся предиктором преждевременного сосудистого старения, носит достаточно устойчивый характер у

реконвалесцентов COVID-19 и может расцениваться как следствие персистенции системного воспаления, что требует более подробных исследований у данной категории лиц и, возможно, использование в лечении пациентов в постковидном периоде препаратов, снижающих уровень артериальной ригидности.

Список литературы

1. Возможности использования антиагрегантов во время и после заболевания COVID-19. Итоги совещания совета экспертов // Российский кардиологический журнал. 2021. Т. 26. № 12. С. 151–153. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-ispolzovaniya-antiagregantov-vo-vremya-i-posle-zabolevaniya-covid-19-itogi-soveschaniya-soveta-ekspertov> (дата обращения: 25.09.2025). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4797.
2. WHO coronavirus disease (COVID-19) dashboard. [Электронный ресурс]. URL: <https://covid19.who.int>. (дата обращения: 25.12.2025).
3. Арутюнов Г. П., Тарловская Е. И., Арутюнов А. Г. Клинические особенности постковидного периода. Результаты международного регистра «Анализ динамики коморбидных заболеваний у пациентов, перенесших инфицирование SARS-CoV-2 (АКТИВ SARS-CoV-2)». Предварительные данные (6 месяцев наблюдения) // Российский кардиологический журнал. 2021. Т. 26. № 10. С. 4708. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskie-osobennosti-postkovidnogo-perioda-rezultaty-mezhdunarodnogo-registra-analiz-dinamiki-komorbidnyh-zabolevaniy-u> (дата обращения: 25.12.2025). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4708.
4. Мамедов М. Н. Глобальная динамика смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в различных регионах мира // Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2025. № 46. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/globalnaya-dinamika-smertnosti-ot-serdechno-sosudistyh-zabolevaniy-v-razlichnyh-regionah-mira> (дата обращения: 02.02.2026).
5. Iba T., Connors J. M., Levy J. H. The coagulopathy, endotheliopathy, and vasculitis of COVID-19 // *Inflamm Res.* 2020. Vol. 69. № 12. P. 1181–1189. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-coagulopathy-%2C-endotheliopathy-%2C-and-vasculitis-Iba-Connors/cebd3a88a91940b84b7f44972d41908e5fd7d920> (дата обращения: 30.11.2025). DOI: 10.1007/s00011-020-01401-6.
6. Юпатов Е. Ю., Курманбаев Т. Е., Тимошкова Ю. Л. Современное понимание функции и дисфункции эндотелия сосудов. Обзор литературы // РМЖ. 2022. № 3. С. 20–23. URL: https://www.rmj.ru/articles/kardiologiya/Sovremennoe_ponimanie_funkcii_idisfunkcii_endoteliya_

sosudov_Obzor_literatury/ (дата обращения: 23.11.2025). DOI: 10.24884/1682-6655-2025-24-2-69-75.

7. Nilsson P., Boutouyrie P., Laurent S. Vascular aging a tale of EVA and ADAM in cardiovascular risk assessment and prevention // *Hypertension*. 2009. № 54. P. 3–10. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19487587/> (дата обращения: 25.12.2025). DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.129114.

8. Бурко Н. В., Авдеева И. В., Олейников В. Э., Бойцов С. А. Концепция раннего сосудистого старения // *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2019. Т. 15. № 5. С. 742–749. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontsepsiya-rannego-sosudistogo-stareniya> (дата обращения: 25.12.2025). DOI: 10.20996/1819-6446-2019-15-5-742-749.

9. Солдатенкова Н. А., Орлов А. В., Ротарь О. П., Алиева А. С., Бояринова М. А., Могучая Е. В., Рогоза А. Н., Конради А. О. Раннее сосудистое старение: распространенность и предикторы в Российской популяции // *Биотехносфера*. 2016. Т. 2. № 44. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ranee-sosudistoe-starenie-rasprostranennost-i-prediktory-v-rossiyskoj-populyatsii> (дата обращения: 25.12.2025).

10. Гомонова В. В., Сайганов С. А., Гумерова В. Е. Параметры эластичности артерий в стратификации риска сердечно-сосудистых заболеваний // *Терапия*. 2019. Т. 5. № 6. С. 50–56. URL: <https://aritmologi.org/admin/uploads/adminFiles/Publication/Sajganov> (дата обращения: 25.11.2025). DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/>.

11. Милютин М. Ю., Макарова Е. В., Рудой М. Д., Любавина Н. А. Ригидность артерий и показатели системного воспаления как маркеры кардиоваскулярного риска у мужчин, вдыхающих аэрополлютанты // *Медицинский альманах*. 2022. Т. 3. № 72. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rigidnost-arteriy-i-pokazateli-sistemnogo-vozpалeniya-kak-markery-kardiovaskulyarnogo-riska-u-muzhchin-vdyhayuschih-aeropollyutanty> (дата обращения: 25.11.2025).

12. Liu H., Wang H. Early detection system of vascular disease and its application prospect // *Biomed Res Int*. 2016. 1723485. [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28042567/> (дата обращения: 25.11.2025). DOI: 10.1155/2016/1723485.

13. Соловей С. П. Проблемы стратификации сердечно-сосудистого риска и его снижения в рамках первичной профилактики // *Медицинские новости*. 2018. № 6. С. 4–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-stratifikatsii-serdechno-sosudistogo-riska-i-ego-snizheniyav-ramkah-pervichnoy-profilaktiki> (дата обращения: 25.11.2025). DOI: 10.15829/1728-8800-2023-3650.

14. Бухтияров И. В., Измеров Н. В., Кузьмина Л. П., Бурякина Е. А., Субботина Я. К., Ненашева Р. А. Методические рекомендации «Метод объемной сфигмографии в медицине

труда» М., 2015. 24 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://vasera.ru/connectors/element/template/files/> (дата обращения: 25.11.2025).

15. Федотов В. Д., Милютин М. Ю., Николаев Д. В., Шмонин Д. О., Раева Т. С., Ключина Е. А., Коваленко В. Э., Калинина А. А. Сравнительная характеристика жесткости сосудистой стенки у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких, эссенциальной артериальной гипертензией и лиц, работающих в контакте с промышленной пылью // *Современные проблемы науки и образования*. 2019. № 3. С. 169. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28970> (дата обращения: 25.11.2025).

16. Подзолков В. И., Брагина А. Е., Дружинина Н. А., Баятина Д. А. Уровень индекса аугментации у больных с различными стадиями гипертонической болезни // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2020. Т. 19. № 5. С. 26–66. URL: <https://cardiovascular.elpub.ru/jour/article/viewFile/2666/2103> (дата обращения: 25.11.2025). DOI: 10.15829/1728-8800-2020-2666.

17. Szeghy R. E., Province V. M., Stute N. L., Augenreich M. A., Koontz L. K., Stickford J. L., Stickford A. S., Ratchford S. M. Carotid stiffness, intima-media thickness and aortic augmentation index among adults with SARS-CoV-2 // *Exp Physiol*. 2022. Vol. 107. № 7. P. 694–707. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33904234/> (дата обращения: 25.11.2025). DOI: 10.1113/EP089481.

18. Ratchford S. M., Stickford J. L., Province V. M., Stute N., Augenreich M. A., Koontz L. K., Bobo L. K., Stickford A. S. Vascular alterations among young adults with SARS-CoV-2 // *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2021. Vol. 320. Is. 1. P. 404–410. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33306450/> (дата обращения: 25.12.2025). DOI: 10.1152/ajpheart.00897.2020.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.