

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 616.13:616.12-008.46+616.24

doi: 10.19163/1994-9480-2022-19-2-64-70

## КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ЭЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ У БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ И ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ

*Михаил Евгеньевич Стаценко, Юлия Евгеньевна Лопушкова*

*Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия*

*yulija.89@bk.ru*

**Аннотация.** В исследовании показана клиническая значимость оценки эластических свойств магистральных артерий во взаимосвязи с уровнем насыщения крови кислородом, показателями функции внешнего дыхания (ФВД), фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ). Выявлено достоверное увеличение жесткости магистральных артериальных артерий и более высокая активность низкоинтенсивного хронического воспаления у пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) и хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) в сравнении с больными с изолированной ХСН. Выявлены статистически значимые корреляционные связи между жесткостью сосудов и уровнем насыщения крови кислородом, ФВ ЛЖ. При проведении множественного регрессионного анализа установлен достоверный вклад уровня SpO<sub>2</sub>, ФВ ЛЖ и индекса Тиффно в развитие жесткости магистральных артерий у больных ХСН и ХОБЛ.

**Ключевые слова:** жесткость сосудов, воспаление, гипоксия

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

## THE CLINICAL SIGNIFICANCE OF EVALUATION ARTERIAL STIFFNESS IN PATIENTS WITH CHRONIC HEART FAILURE AND CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

*Mikhail E. Statsenko, Yuliya E. Lopushkova*

*Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia*

*yulija.89@bk.ru*

**Abstract.** The study demonstrates the clinical significance of evaluation arterial stiffness in association between level of oxygen saturation, indicators of respiratory function and left ventricular ejection fraction. An increase in the stiffness of the main arterial arteries and a higher activity of low-intensity chronic inflammation were reliably identified in patients with chronic heart failure and chronic obstructive pulmonary disease in comparison with patients with isolated chronic heart failure. Statistically significant correlations were revealed between arterial stiffness and the level of oxygen saturation, left ventricular ejection fraction. Multiple regression analysis found a significant contribution of the main factors to arterial stiffness in patients with chronic heart failure and chronic obstructive pulmonary disease was established. These were the following factors – level of oxygen saturation, left ventricular ejection fraction and Tiffno's index.

**Keywords:** arterial stiffness, inflammation, hypoxia

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) и хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) – часто встречающиеся заболевания в клинической практике врача. С каждым годом количество больных с ХСН и ХОБЛ растет, что способствует высокой смертности таких пациентов.

ХСН наблюдается среди больных ХОБЛ в 10–20 % случаев, а ХОБЛ сопутствует ХСН в 9–13 % случаев. Декомпенсация ХСН увеличивает частоту госпитализаций у больных ХОБЛ. С другой стороны, по мере нарастания степени тяжести ХОБЛ, формируются сердечно-сосудистые осложнения, в том числе ХСН [1].

Некоторые исследования показывают, что С-реактивный белок (СРБ) – это не только маркер воспаления, но и фактор, участвующий в патогенезе атеросклероза за счет активации эндотелиальных и гладкомышечных клеток артерий, а это еще больше снижает эластичность сосудов [2, 3, 4].

В результате изменений структуры сосудистой стенки, эндотелиальной дисфункции увеличивается жесткость магистральных артерий. За счет нарастающей гипоксии органов и тканей происходит активация ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС) и симпат-адреналовой системы (САС). Каскад патологических реакций приводит к дополнительному увеличению сосудистого тонуса, что, в свою очередь, увеличивает нагрузку на сердечно-сосудистую систему и способствует прогрессированию ХСН [2, 5].

В литературе встречаются данные о том, что как ХСН, так и ХОБЛ приводят к снижению эластичности сосудистого русла. При этом повышение жесткости магистральных артерий является прогностически неблагоприятным критерием и независимым маркером сердечно-сосудистого риска [6].

«Золотым стандартом» определения артериальной жесткости является оценка скорости распространения каротидно-феморальной пульсовой волны (СРПВ) – класс I; уровень доказательности А. Увеличение СРПВ Сэ. > 10 м/с свидетельствует о бессимптомном поражении сосудов и является независимым маркером фатальных и нефатальных сердечно-сосудистых событий. Данный показатель позволяет оценить истинное поражение сосудистой стенки [7, 8].

В последние годы появляется все больше работ, посвященных изучению жесткости сосудов, как у пациентов с ХСН, так и у больных ХОБЛ. Однако работ, посвященных комплексному изучению жесткости магистральных артерий, с учетом состояния маркера воспаления – СРБ, параметра функции внешнего дыхания (ФВД) – индекса Тиффно, а также оценки гипоксии – показателя сатурации крови SpO<sub>2</sub> – не проводилось.

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить клиническое значение эластических свойств магистральных артерий у больных ХСН и ХОБЛ.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В проспективном исследовании принимали участие 123 пациента в возрасте от 45 до 70 лет. 1-я группа больных (основная, 60 человек) с ХСН ишемического генеза II–III функционального класса по NYHA и ХОБЛ GOLD I–III степени ограничения

воздушного потока (классификация GOLD 2020) вне обострения, 2-я группа (контрольная, 63 пациента) с изолированной ХСН. У всех пациентов, включенных в исследование, в анамнезе был перенесенный острый инфаркт миокарда (ОИМ) давностью от 1 года до 5 лет.

Исследование проводилось в соответствии с этическими принципами, изложенными в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (2008), трехсторонним соглашением по надлежащей клинической практике (ICHGCP), Конституцией РФ, Федеральным законом Российской Федерации № 323 – ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21 ноября 2011 г. и руководящими принципами Закона «Об обращении лекарственных средств» от 12.04.2010 № 61. Письменное информированное согласие было получено у всех участников исследования до выполнения процедур обследования.

Пациенты 1-й и 2-й групп были сопоставимы по основным клинико-демографическим характеристикам, тяжести течения ХСН, а также по дозам базисной терапии, принимаемой в связи с сердечной недостаточностью (эналаприл 2,5–10 мг, бисопролол 2,5–5 мг, торасемид 2,5 мг, спиронолактон 25–50 мг, ацетилсалициловая кислота 100 мг, изосорбида мононитрат 20–40 мг). Пациентам ХСН и ХОБЛ дополнительно назначались Олодотерола гидрохлорид/тиотропий бромид (2,5 мкг/2,5 мкг/сут.) или тиотропия бромид (0,0225 мг/сут.).

Клинико-демографическая характеристика больных представлена в табл. 1.

Эластичность сосудистой стенки артериального русла изучали методом определения скорости распространения пульсовой волны (СРПВ Сэ., СРПВ См.) с помощью аппарата «Поли-Спектр-8/Е» с модулем СРПВ (Нейрософт, Россия). СРПВ по сосудам эластического типа (СРПВ Сэ.) рассчитывали как отношение расстояния между точками наложения датчиков на каротидно-феморальном участке, а для оценки СРПВ по сосудам мышечного типа (СРПВ См.) использовали отношение расстояния между точками наложения датчиков на каротидно-радиальном сегменте. Для определения активности сосудистого компонента функции эндотелия проводили окклюзионную пробу [9].

Функция внешнего дыхания (ФВД) оценивалась по общепринятой методике на аппарате SPIROSOFT FUKUDA 3000 (Япония).

Фракцию выброса левого желудочка определяли на аппарате Siemens Sonoline G50 (Германия) с доплеровским датчиком, позволяющим работать в М и В режимах.

Таблица 1

Характеристика включенных в исследование пациентов, Me [Q25; Q75]

Переменная	1-я группа (ХСН и ХОБЛ)	2-я группа (ХСН изолированная)	<i>p</i>
Количество больных	60	63	>0,05
Возраст, лет	64 [61; 67]	65 [60; 70]	>0,05
Женщины	12 (20,0)	10 (15,8)	>0,05
Мужчины	48 (80,0)	53 (84,1)	>0,05
АГ, %	100	100	>0,05
САД, мм рт. ст.	130 [120; 140]	130 [120; 130]	>0,05
ДАД, мм рт. ст.	80 [75; 80]	80 [75; 80]	>0,05
ЧСС, уд./мин	67 [60; 72]	64 [59; 71]	>0,05
Длительность ХСН, лет	2 [1; 4]	2 [1; 5]	>0,05
ФК	2,0 [2,0; 3,0]	2,0 [2,0; 3,0]	>0,05
NT-проBNP, фмоль/мл	231,7 [187,2; 383,0]	227,1 [164,4; 300,8]	>0,05
ФВ ЛЖ, %	48,5 [42,0; 54,5]	52,0 [44,0; 57,0]	>0,05
ЛП, мм	38,0 [36,0; 42,5] × 55,0 [54,0; 58,0]	37,0 [35,0; 41,0] × 54,0 [50,0; 57,0]	>0,05
ПП, мм	37,0 [34,5; 40,5] × 56,0 [47,0; 62,0]	35,0 [34,0; 37,0] × 51,0 [45,0; 54,0]*	<0,05
ПЖ, мм	39,0 [36,0; 41,5]	28,0 [27,0; 34,0]*	<0,05
ИКЧ, лет	30 [0; 40]	15 [0; 27,5]*	<0,05
SpO <sub>2</sub> , %	96 % [95; 97]	97 % [96; 98]*	<0,05
SpO <sub>2</sub> после ТШХ, %	93,0 [91,0; 93,0]	95 % [94; 95]*	<0,05
ФЖЕЛ, %	58,0 [46,0; 71,5]	85,0 [76,0; 89,0]*	<0,05
ОФВ1, %	53,0 [41,0; 64,5]	90,0 [83,0; 95,0]*	<0,05
ЖЕЛ, %	69,5 [55,5; 77,0]	88,0 [78,0; 93,0]*	<0,05
ОФВ1/ФЖЕЛ, %	65,0 [58,5; 67,0]	88,0 [84,0; 93,0]*	<0,05
МОС 25 %	37,0 [25,0; 52,5]	94,0 [72,0; 109,0]*	<0,05
МОС 50 %	30,0 [19,0; 41,0]	93,0 [77,0; 106,0]*	<0,05
МОС 75 %	34,0 [25,5; 43,0]	78,0 [70,0; 103,0]*	<0,05

\**p* < 0,05.

Примечание. ФК – функциональный класс ХСН; NT-проBNP – концевой фрагмент мозгового натрийуретического пептида; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ЛП – левое предсердие; ПП – правое предсердие; ПЖ – правый желудочек; ИКЧ – индекс курящего человека; SpO<sub>2</sub> – уровень насыщения крови кислородом; SpO<sub>2</sub> после ТШХ – уровень насыщения крови кислородом после проведения теста 6-минутной ходьбы; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ1 – объем форсированного выдоха за первую секунду; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ОФВ1/ФЖЕЛ – индекс Тиффно; МОС 25 % – мгновенная объемная скорость при выдохе 25 % ФЖЕЛ; МОС 50 % – мгновенная объемная скорость при выдохе 50 % ФЖЕЛ; МОС 75 % – мгновенная объемная скорость при выдохе 75 % ФЖЕЛ

Уровень насыщения крови кислородом (SpO<sub>2</sub>) исследовали с помощью лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) со спектральным анализом колебаний кровотока с помощью аппарата «Лакк-ОП».

Концентрацию СРБ в крови оценивали с помощью турбидиметрического метода (Витал, Россия).

Концентрацию N-концевого фрагмента мозгового натрийуретического пептида (NT-проBNP) в плазме крови исследовали с помощью иммуноферментного анализа (NT-проBNP, Bio-medica, Slovakia). Полученные результаты интерпретировались в фмоль/мл. Верхней границей нормы NT-проBNP при использовании данных

иммуноферментных наборов считали концентрацию 150 фмоль/мл [10].

Анализировали полученные данные с помощью программы STATISTICA 10.0. Результаты исследования представлены в виде Me [Q25; Q75], где Me – медиана, Q25 и Q75 – 25 и 75 процентиля соответственно. У независимых выборок использовался критерий Манна – Уитни (оценка количественных параметров), а также точный критерий Фишера (для качественных показателей). Различия между изучаемыми группами считали достоверными при *p* < 0,05.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

При изучении жесткости магистральных артерий выявлено достоверное увеличение СРПВ Сэ. (9,9 [8,6; 11,4] vs 8,6 [8,0; 10,2]) и СРПВ См. (9,6 [8,5; 11,0] vs 8,9 [7,6; 10,3]) в основной группе больных, по сравнению с группой контроля. Процент больных с СРПВ Сэ. > 10 м/с и СРПВ См. > 10 м/с статистически значимо чаще наблюдался в 1-й группе, в сравнении со 2-й группой (48,3 vs 30,1 %) и (40,0 vs 25,3 %) соответственно. Увеличение СРПВ > 10 м/с является независимым предиктором смертности у больных с СС [11].

Отмечено достоверное увеличение частоты встречаемости парадоксальных проб в группе пациентов с ХСН и с сопутствующей ХОБЛ в сравнении с больными с изолированной ХСН (20,0 vs 9,5 %).

Подобные изменения свидетельствуют о наиболее выраженных изменениях регуляции сосудистого тонуса. Увеличение жесткости магистральных артерий и снижении вазодилатации происходит за счет развития эндотелиальной дисфункции, что свидетельствует о неблагоприятном прогнозе у таких коморбидных пациентов [12].

Данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели состояния магистральных артерий в изучаемых группах, Ме [Q1; Q2]

Показатель	1-я группа (ХСН и ХОБЛ)	2-я группа (ХСН изолированная)	<i>p</i>
СРПВ Сэ. м/с	9,9 [8,6; 11,4]	8,6 [8,0; 10,2]*	<b>&lt;0,05</b>
СРПВ Сэ. > 10 м/с, %	48,3	30,1*	<b>&lt;0,05</b>
СРПВ См. > 10 м/с, %	40,0 %	25,3 %*	<b>&lt;0,05</b>
СРПВ См. м/с	9,6 [8,5; 11,0]	8,9 [7,6; 10,3]*	<b>&lt;0,05</b>
См/Сэ. м/с	0,9 [0,8; 1,0]	1,0 [0,8; 1,0]	>0,05
Проба с гиперемией, м/с	8,4 [7,5; 9,7]	7,8 [6,9; 9,3]	>0,05
Парадоксальные реакции при проведении окклюзионной пробы, %	20,0	9,5*	<b>&lt;0,05</b>

\* Различия между группами достоверны (*p* < 0,05).

Так как неблагоприятные изменения эластичности магистральных артерий во многом зависят от выраженности хронического низкоинтенсивного воспаления в стенке сосудов, оценивали уровень СРБ в крови. Установлено достоверное преобладание процента больных с СРБ более 3 мг/мл в основной группе больных в сравнении с группой контроля (97,1 vs 61,7 %), что может свидетельствовать о более выраженных воспалительных изменениях в сосудистом русле у пациентов с ХСН и с сопутствующей ХОБЛ в сравнении с больными с изолированной ХСН.

Для выявления взаимосвязи между изучаемыми факторами проводился корреляционный анализ.

В основной группе больных были выявлены достоверные корреляционные взаимоотношения между СРПВ См. и SpO<sub>2</sub> после ТШХ (*r* = 0,30; *p* < 0,05), СРПВ См. и ФВ ЛЖ (*r* = -0,29; *p* < 0,05). СРБ и ЖЕЛ (*r* = -0,35), СРБ и ФЖЕЛ (*r* = -0,25).

Для наиболее точного определения компонента, имеющего наибольшее влияние на жесткость магистральных артерий, был проведен множественный регрессионный анализ. Учитывался уровень насыщения крови кислородом, показатели ФВД, значение NT-proBNP в плазме крови, структурно-функциональные параметры сердца, концентрация СРБ в крови.

Результаты представлены в табл. 3.

В результате исследования выявлено достоверное влияние гипоксии на СРПВ Сэ. и СРПВ см. Соответственно, можно предположить, чем ниже уровень насыщения крови кислородом, тем выше жесткость сосудистой стенки магистральных артерий.

При оценке степени влияния параметров ФВД установлено, что из всех показателей достоверно значимым показателем, влияющим на СРПВ См., является индекс Тиффно. Установлено достоверное влияние ОФВ1/ФЖЕЛ на показатель СРПВ См.

Многофакторный регрессионный анализ влияния SpO<sub>2</sub>, NT-proBNP, СРБ на показатели жесткости магистральных артерий

Показатель / Indicator		β		b		T (95)	p
		М	SE	М	SE		
СРПВ Сэ., м/с	Св. чл.	–	–	55,46	18,94	2,92	0,00
	<b>SpO<sub>2</sub>, %</b>	<b>–0,24</b>	<b>0,15</b>	<b>–0,57</b>	<b>0,25</b>	<b>–2,25</b>	<b>0,02</b>
	ОФВ1/ФЖЕЛ	–0,17	0,19	–0,02	0,03	–0,87	0,38
	NT-proBNP, фмоль/мл	0,05	0,11	0,00	0,00	0,46	0,64
	<b>ФВ ЛЖ, %</b>	<b>–0,60</b>	<b>0,23</b>	<b>–0,15</b>	<b>0,06</b>	<b>–2,54</b>	<b>0,01</b>
	СРБ, мг/мл	0,16	0,11	0,02	0,01	1,44	0,15
СРПВ См., м/с	Св. чл.	–	–	48,25	18,91	2,55	0,01
	<b>SpO<sub>2</sub>, %</b>	<b>–0,23</b>	<b>0,15</b>	<b>–0,59</b>	<b>0,25</b>	<b>–2,33</b>	<b>0,02</b>
	<b>ОФВ1/ФЖЕЛ</b>	<b>–0,48</b>	<b>0,19</b>	<b>–0,09</b>	<b>0,03</b>	<b>–2,48</b>	<b>0,01</b>
	NT-proBNP, фмоль/мл	0,02	0,11	0,00	0,00	0,19	0,84
	<b>ФВ ЛЖ, %</b>	<b>–0,89</b>	<b>0,33</b>	<b>–0,36</b>	<b>0,13</b>	<b>–2,64</b>	<b>0,01</b>
	СРБ, мг/мл	0,10	0,11	0,01	0,01	0,86	0,38

\*p < 0,05.

При изучении влияния структурно-функциональных параметров сердца, концентрации NT-proBNP и уровня СРБ в крови на СРПВ Сэ., из всех изучаемых показателей статистически значимое влияние было у ФВ ЛЖ. Остальные параметры не оказали статистически значимого влияния на СРПВ, как по сосудам эластического, так и мышечного типов.

Достоверное увеличение СРПВ, как по сосудам эластического типа, так и мышечного типов у больных ХСН и ХОБЛ, вероятно, обусловлено наличием более выраженного низкоинтенсивного хронического воспаления, что подтверждается достоверно большей частотой встречаемости СРБ > 3 мг/мл в крови по сравнению с пациентами с изолированной ХСН. Подобные результаты продемонстрированы в работах других авторов [13].

Увеличение жесткости сосудов, нарастающая эндотелиальная дисфункция ведут к гипоксии органов и тканей, что отражается в достоверно более низких значениях уровня насыщения крови кислородом у пациентов с ХСН и сопутствующей ХОБЛ, в отличие от пациентов с ХСН без ХОБЛ. Низкий уровень насыщения крови кислородом ведет к усугублению течения ХСН [14]. В свою очередь, проявления сердечной недостаточности неблагоприятно сказываются на эластичности магистральных артерий, приводя к еще большему увеличению жесткости сосудистой стенки [15].

Полученные результаты свидетельствуют о неразрывной взаимосвязи всех основных патологических процессов, происходящих при коморбидности ХСН и ХОБЛ.

Последнее находит подтверждение в виде корреляционных взаимосвязей между уровнем насыщения крови кислородом и СРПВ См., между СРПВ См. и показателем ФВЛЖ.

Установленные корреляционные связи, а также результаты, полученные при множественном регрессионном анализе, доказывают достоверный вклад ухудшения ФВД (индекс Тиффно), снижения систолической функции сердца (ФВ ЛЖ), а также нарастания гипоксии (SpO<sub>2</sub>) в развитии и прогрессировании жесткости магистральных артерий у больных ХСН и ХОБЛ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изучение эластических свойств магистральных артерий у пациентов с ХСН и ХОБЛ является клинически значимым и важным элементом оценки прогрессирования заболевания. Увеличение ригидности магистральных артерий у пациентов с ХСН и ХОБЛ во многом определяет ухудшение течения заболеваний, а также качества жизни и прогноз больных.

Увеличение жесткости магистральных артерий достоверно чаще наблюдается у пациентов с ХСН и ХОБЛ, в сравнении с больными с изолированной ХСН.

Частота встречаемости СРБ > 3 мг/мл достоверно чаще наблюдалась среди пациентов с ХСН и сопутствующей ХОБЛ, в сравнении с пациентами с ХСН без ХОБЛ.

У пациентов с ХСН и ХОБЛ выявлена статистически значимая корреляционная связь между СРПВ по сосудам мышечного типа и SpO<sub>2</sub>, ФВ ЛЖ.

При проведении многофакторного регрессионного анализа установлено достоверное влияние уровня SpO<sub>2</sub>, значений ФВ ЛЖ на СРПВ Сэ и СРПВ См. Кроме того, выявлено статистически значимое влияние значений индекса ОФВ1/ФЖЕЛ на СРПВ См.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020 / Ф.Т. Агеев, Г.П. Арутюнов, Ю.Л. Беграмбекова [и др.] // Российский кардиологический журнал. 2020. № 25 (11). doi:10.15829/1560-4071-2020-4083.
2. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. Коморбидность хронической обструктивной болезни легких и сердечно-сосудистых заболеваний // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021. № 20 (3). С. 91–99. doi: 10.15829/1728-8800-2021-2539.
3. The cardiopulmonary continuum systemic inflammation as 'common soil' of heart and lung disease / Ch. Ukena, F. Mahfoud, M. Kindermann [et al.] // International Journal of Cardiology. 2010. Vol. 145 (2). P. 172–176. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2010.04.082>
4. Risk of cardiovascular comorbidity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis / W. Chen, J. Thomas, M. Sadatsafavi [et al.] // The Lancet Respiratory Medicine. 2015. Vol. 3 (8). P. 631–639. doi:10.1016/S2213-2600(15)00241-6.
5. Национальные клинические рекомендации. Диагностика и лечение пациентов с хронической обструктивной болезнью легких и хронической сердечной недостаточностью. Разработаны Комитетом экспертов (РНМОТ) / А.Г. Малявин, А.И. Мартынов, Т.В. Адашева [и др.]. 2018. <https://www.rnmot.ru/public/uploads/RNMOT/clinical/2018/ХОБЛ%20и%20%20ХСН%20рекомендации%20проект.pdf> (дата обращения: 21.06.2022).
6. Study of arterial stiffness in patients with an acute coronary event and chronic obstructive pulmonary disease confirmed by spirometry / P. Almagro, E. Acosta, A. Navarro [et al.] // Rev Clin. Esp. 2019. Vol. 219 (5). P. 251–255. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2018.08.007>.
7. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике // Кардиоваскулярная терапия и профилактика / Ю.А. Васюк, С.В. Иванова, Е.Л. Школьник [и др.]. 2016. № 15 (2). С. 4–19. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2016-2-4-19>.
8. Laurent S., Marais L., Boutouyrie P. The Noninvasive assessment of vascular aging // Can. J. Cardiol. 2016. Vol. 32 (5). P. 669–679. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2016.01.039>
9. Метод определения эндотелийзависимой вазодилатации артерий путем оценки изменений скорости распространения пульсовой волны на фоне реактивной гиперемии / О.В. Илюхин, Ю.М. Лопатин, М.В. Илюхина [и др.]. Патент на изобретение РФ №2265391, МПК А61В 5/02.

10. Дуболазова Ю.В., Драпкина О.М. Применение галектина-3 и nt-probnp в качестве биомаркеров декомпенсированной сердечной недостаточности // Российский кардиологический журнал. 2017. № 1 (141). С. 95–101. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-1-95-101>.

11. Cardoso C.R.L., Salles G.C., Salles G.F. prognostic impact of aortic stiffness in patients with resistant hypertension // Hypertension. 2019. Vol. 73 (3). P. 728–735. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.12367.

12. Pulmonary Function and Arterial Stiffness in Chronic Heart Failure / Li Li, Bangchuan Hu, Shijin Gong [et al.] // BioMed Research International. 2016. ArticleID 5478394. P. 1–6. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5478394>.

13. Du Brock H.M., Abou Ezzeddine O.F., Redfield M.M. High-sensitivity C-reactive protein in heart failure with preserved ejection fraction // PLoSONE. 2018. Vol. 13 (8). P. e0201836. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201836>.

14. Бородкин А.В., Кароли Н.А., Ребров А.П. Суточный профиль артериальной ригидности у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких и хронической сердечной недостаточностью // Клиницист. 2015. № 9 (3). С. 40–45. <https://doi.org/10.17650/1818-8338-2015-9-3-40-45>.

15. Драпкина О.М., Дадаева В.А. Жесткость сосудистой стенки при хронической сердечной недостаточности // Клиницист. 2013. № 3-4. С. 27–30.

#### REFERENCES

1. Ageev F.T., Arutyunov G.P., Begrambekova Yu.L. et al. Chronic heart failure. Clinical guidelines 2020. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal = Russian journal of cardiology*. 2020;25(11). doi: 10.15829/1560-4071-2020-4083. (In Russ.)
2. Chaulin A.M., Duplyakov D.V. Comorbidity in chronic obstructive pulmonary disease and cardiovascular disease. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021;20(3):91–99. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2539>. (In Russ.)
3. Ukena Ch., Mahfoud F., Kindermann M. et al. The cardiopulmonary continuum systemic inflammation as 'common soil' of heart and lung disease *International Journal of Cardiology*. 2010;145(2):172–176. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2010.04.082>
4. Chen W., Thomas J., Sadatsafavi M. et al. Risk of cardiovascular comorbidity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2015;3(8):631–639. doi: 10.1016/S2213-2600(15)00241-6.
5. Malyavin A.G., Martynov A.I., Adasheva T.V. et al. National clinical guidelines. Diagnostics and treatment of patients with chronic obstructive pulmonary disease and chronic heart failure. Developed by the Committee of Experts (RNMOT). 2018. <https://www.rnmot.ru/public/uploads/RNMOT/clinical/2018/ХОБЛ%20и%20%20ХСН%20рекомендации%20проект.pdf> (accessed: 21.06.2022). (In Russ.)
6. Almagro P., Acosta E., Navarro A. et al. Study of arterial stiffness in patients with an acute coronary event and chronic obstructive pulmonary disease confirmed by spirometry. *Rev Clin. Esp*. 2019;219(5):251–255. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2018.08.007>
7. Vasyuk Yu.A., Ivanova S.V., Shkolnik E.L. et al. Consensus of Russian experts on the evaluation of arterial stiffness in clinical practice. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2016;15(2):4–19. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2016-2-4-19>. (In Russ.)

8. Laurent S., Marais L., Boutouyrie P. The Noninvasive assessment of vascular aging. *Can. J. Cardiol.* 2016;32(5):669–679. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2016.01.039>.

9. Ilyukhin O.V., Lopatin Yu.M., Ilyukhina M.V. et al. Method for determining endothelium-dependent vasodilation of arteries by assessing changes in pulse wave velocity against the background of reactive hyperemia. Patent for invention of the Russian Federation No. 2265391, IPC A61B 5/02. (In Russ.).

10. Dubolazova Yu.V., Drapkina O.M. Galectin-3 and nt-probnp as biomarkers of heart failure. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Cardiology.* 2017; 1(141):95–101. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2017-1-95-101>. (In Russ.).

11. Cardoso C.R.L., Salles G.C., Salles G.F. Prognostic Impact of Aortic Stiffness in Patients With Resistant Hypertension. *Hypertension.* 2019;73(3):728–735. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.12367.

12. Li Li, Bangchuan Hu, Shijin Gong, Yihua Yu, Haiwen Dai, Jing Yan. Pulmonary Function and Arterial Stiffness in Chronic Heart Failure. *Bio Med Research International.* 2016;5478394:1–6. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5478394>.

13. DuBrock H.M., AbouEzzeddine O.F., Redfield M.M. High-sensitivity C-reactive protein in heart failure with preserved ejection fraction. *PLoS ONE.* 2018;13(8):e0201836. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201836>.

14. Borodkin A.V., Karoli N.A., Rebrov A.P. 24-hour arterial stiffness profile in patients with chronic obstructive pulmonary disease and chronic heart failure. *Klinitsist = The Clinician.* 2015;9(3):40–45. <https://doi.org/10.17650/1818-8338-2015-9-3-40-45>. (In Russ.).

15. Drapkina O.M., Dadayeva V.A. Stiffness of the vascular wall in chronic heart failure. *Klinitsist = The Clinician.* 2013; 3-4:27–30. (In Russ.).

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

#### **Информация об авторах**

**М.Е. Стаценко** – доктор медицинских наук, профессор, проректор по научной работе, заведующий кафедрой внутренних болезней, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; [mestatsenko@rambler.ru](mailto:mestatsenko@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3306-0312>

**Ю.Е. Лопушкова** – ассистент кафедры внутренних болезней, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-2259-2564>

Статья поступила в редакцию 12.01.2022; одобрена после рецензирования 20.05.2022; принята к публикации 30.05.2022.

**The authors declare no conflicts of interests.**

#### **Information about the authors**

**M.E. Statsenko** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research, Head of the Department of Internal Diseases, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; [mestatsenko@rambler.ru](mailto:mestatsenko@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3306-0312>

**Y.E. Lopushkova** – Assistant of the Department of Internal Diseases, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-2259-2564>

The article was submitted 12.10.2022; approved after reviewing 20.05.2022; accepted for publication 30.05.2022.