

Артериальная жесткость и диастолическая функция левого желудочка у больных артериальной гипертензией с наличием старческой астении

Е.С. Фомина^{1,2✉}, <https://orcid.org/0000-0003-1747-108X>, el.fomina@bk.ru

В.С. Никифоров¹, <https://orcid.org/0000-0001-7862-0937>, viktor.nikiforov@szgmu.ru

¹ Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 191015; Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41

² Николаевская больница; 198510, Россия, Петергоф, ул. Константиновская, д. 1

Резюме

Введение. Повышенная жесткость артерий является одним из ключевых звеньев в формировании сердечно-сосудистой патологии в старших возрастных группах. В то же время влияние жесткости сосудов на функцию миокарда у кардиологических больных со старческой астенией остается недостаточно изученным.

Цель исследования. Проанализировать показатели артериальной жесткости и диастолической функции левого желудочка (ЛЖ) у пациентов старше 65 лет с артериальной гипертензией и наличием старческой астении.

Материалы и методы. В исследование включено 90 амбулаторных и стационарных пациентов старше 65 лет с наличием артериальной гипертензии. Все пациенты были разделены на две группы: с наличием и отсутствием старческой астении. Для выявления старческой астении использовали опросник «Возраст не помеха», краткую батарею тестов физической активности. Применялись методики объемной сфигмометрии, эхокардиографии, включая тканевую доплерографию. Полученные данные анализировались с помощью пакета статистических программ.

Результаты и обсуждение. Представлены результаты сравнительного одномоментного нерандомизированного описательного исследования двух групп пациентов. В ходе исследования установлено, что систолическая функция, диастолическая дисфункция левого желудочка по типу замедления релаксации ЛЖ в обеих группах значимо не различались по своим показателям. В группе пациентов с наличием старческой астении достоверно чаще выявлялась диастолическая дисфункция ЛЖ по типу псевдонормализации с повышением давления наполнения. При анализе показателей артериальной жесткости были получены различия в обеих группах по сердечно-лодыжечному сосудистому индексу слева (L CAVI), систолическому АД (LB SAD), пульсовому давлению (LB PD) в области левого плеча, дельте среднего артериального давления в области левой лодыжки (LA% MAP), которые оказались достоверно выше у пациентов с наличием старческой астении.

Выводы. В группе больных АГ старше 65 лет с наличием старческой астении преобладает нарушение диастолической функции ЛЖ по типу псевдонормализации с повышением давления наполнения. Повышение давления наполнения в группе пациентов старше 65 лет с АГ и наличием старческой астении связано с увеличением комплекса показателей, характеризующих жесткость артерий, – сердечно-лодыжечного сосудистого индекса, систолического АД, пульсового давления в области левого плеча, дельте среднего артериального давления в области левой лодыжки.

Ключевые слова: сердечно-лодыжечный сосудистый индекс, индекс аугментации, пульсовое давление, эхокардиография, систолическая функция, диастолическая функция

Для цитирования: Фомина Е.С., Никифоров В.С. Артериальная жесткость и диастолическая функция левого желудочка у больных артериальной гипертензией с наличием старческой астении. *Медицинский совет.* 2021;(14):118–123. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-14-118-123>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Arterial stiffness and diastolic function of the left ventricle in patients with arterial hypertension and frailty

Elena S. Fomina^{1,2✉}, <https://orcid.org/0000-0003-1747-108X>, el.fomina@bk.ru

Viktor S. Nikiforov¹, <https://orcid.org/0000-0001-7862-0937>, viktor.nikiforov@szgmu.ru

¹ North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 191015, Russia

² Nikolayevskaya Hospital; 1, Konstantinovskaya St., Peterhof, 198510, Russia

Abstract

Introduction. Increased arterial stiffness is one of the key links in the formation of cardiovascular pathology in older age groups. At the same time, the effect of vascular stiffness on myocardial function in cardiac patients with frailty remains insufficiently studied.

Aim of study. To analyze the data of arterial stiffness and diastolic function of left ventricle (LV) in patients older than 65 years with arterial hypertension and frailty.

Materials and methods. The study included 90 outpatient and inpatient patients older than 65 years with the presence of arterial hypertension. All patients were divided into two groups: with the presence and absence of frailty. To identify frailty, we used the questionnaire "Age is not a hindrance", a short battery of physical activity tests. Methods of volumetric sphygmometry, echocardiography, including tissue Doppler were used. The obtained data were analyzed using a package of statistical programs.

Results. The results of a comparative simultaneous non-randomized descriptive study of two groups of patients are presented. The study found that the systolic function, diastolic dysfunction of the left ventricle by the type of slowing down of LV relaxation in both groups did not significantly differ in their indicators. In the group of patients with frailty, LV diastolic dysfunction was significantly more often detected by the type of pseudonormalization – with an increase in filling pressure. When analyzing data of arterial stiffness, differences were obtained in both groups in the left cardio-ankle vascular index (LCAVI), systolic blood pressure (LB SAD), pulse pressure (LB PD) in the left shoulder area, and the delta of average blood pressure in the left ankle area (LA% IDA), which were significantly higher in patients with frailty.

Conclusion. In the group of patients with hypertension older than 65 years with frailty, a violation of the LV diastolic function by the type of pseudonormalization with an increase in filling pressure prevails. An increase in filling pressure in the group of patients older than 65 years with hypertension and the presence of frailty is associated with an increase in the complex of indicators characterizing arterial stiffness – the cardio-ankle vascular index, systolic blood pressure, pulse pressure in the left shoulder area, the delta of average blood pressure in the left ankle area.

Keywords: cardio-ankle vascular index, augmentation index, pulse pressure, echocardiography, systolic function, diastolic function

For citation: Fomina E.S., Nikiforov V.S. Arterial stiffness and diastolic function of the left ventricle in patients with arterial hypertension and frailty. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2021;(14):118–123. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-14-118-123>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ключевое значение в понимании развития сердечной недостаточности и формировании подходов к ее коррекции уделяется нейрогормональной концепции [1–3]. В то же время в последние годы активно изучается роль повышения артериальной жесткости в развитии сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [4]. Предполагается, что большинство факторов сердечно-сосудистого риска (ССР) реализует свое влияние на развитие сердечно-сосудистых осложнений (ССО) через воздействие на сосудистую стенку [5, 6].

Особое внимание у лиц старших возрастных групп уделяется т. н. старческой астении (СА) – возраст-ассоциированному снижению физиологического резерва многих органов и систем организма, способствующему негативным медицинским и функциональным исходам [7, 8]. В этой связи является актуальным изучение показателей артериальной жесткости, состояния систолической и диастолической функции ЛЖ у пациентов с артериальной гипертензией (АГ) и наличием старческой астении.

Цель настоящего исследования – изучить и проанализировать показатели артериальной жесткости и диастолической функции левого желудочка (ЛЖ) у пациентов старше 65 лет с наличием артериальной гипертензии и старческой астении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Всего в исследовании принимали участие 90 амбулаторных и стационарных пациентов старше 65 лет (средний возраст $78,9 \pm 7,4$) с наличием АГ, из которых мужчин – 32 и женщин – 58. Длительность АГ составляла в среднем $15,79 \pm 11,06$ года. В соответствии с действующими клиническими рекомендациями все пациенты при-

нимали комбинированную антигипертензивную терапию. Обследуемые были разделены на две группы: с отсутствием и наличием СА. В группу без СА было отобрано 43 человека (мужчин – 22 и женщин – 21). Группу с наличием СА составили 47 человек (10 мужчин и 37 женщин).

Для верификации СА использовали опросник «Возраст не помеха», краткую батарею тестов физической активности согласно алгоритму диагностики СА [9]. Группы были сопоставимы по индексу массы тела, офисным показателям САД, ДАД. Все обследуемые находились на синусовом ритме. Критериями исключения были острый инфаркт миокарда, ОНМК, постоянная форма фибрилляции предсердий, гемодинамически значимые клапанные пороки сердца, ХСН III–IV стадии, острые воспалительные процессы, онкологические заболевания.

Всем пациентам выполнялась объемная сфигмометрия и эхокардиография (ЭхоКГ). При проведении объемной сфигмометрии использовался аппарат VaSera – VS-1500 (FUKUDA DENSHI, Япония). В каждой группе расчетным методом аппарат определял одновременно на верхних и нижних конечностях, справа и слева следующие показатели артериальной жесткости: сердечно-лодыжечно-сосудистый индекс (CAVI), лодыжечно-плечевой индекс (ABI), время подъема пульсовой волны (UT) мсек, дельту среднего артериального давления (% MAP), пульсовое давление (PD) мм рт. ст. Также вычислялись индекс аугментации справа (RAI), время изгнания (ET) мсек, время напряжения (PEP) мсек и их отношение (PEP/ET) – коэффициент Вейсслера [10].

Трансторакальная ЭхоКГ выполнялась на аппарате PHILIPS AFFINITY 50 (США) в соответствии с рекомендациями EACVI и ASE 2015 г. [11]. Для анализа диастолической функции оценивали индекс объема левого предсердия (ИОЛП, мл/м²), трансмитральные скорости раннего диастолического наполнения левого желудочка (Е, см/

сек), позднего диастолического наполнения левого желудочка (А, см/сек), отношение Е/А, максимальную скорость трикуспидальной регургитации (VTR, см/сек). С помощью тканевой доплерографии оценивали раннедиастолические скорости движения латеральной части митрального кольца, септальной части митрального кольца с расчетом их среднего значения (Em) и его отношения со скоростью раннего диастолического наполнения (Е/Em).

Полученные данные анализировались с применением компьютерных программ Statistica for Windows 10 (StatSoft, США) и Microsoft Excel 2010 (Microsoft, США). Критерием достоверности служил t-критерий Стьюдента для нормального распределения и критерий Хи-квадрат Пирсона для распределения, отличного от нормального, при уровне значимости $p < 0,05$. Корреляционная связь определялась с помощью рангового коэффициента Спирмена (R). Значимость различий фиксировалась при уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика обследуемых пациентов представлена в *табл. 1*.

Как видно из *табл. 1*, группы были сопоставимы между собой по индексу массы тела, показателям офисного САД, ДАД. Обе группы значительно различались по полу, возрасту, антропометрическим данным (рост, масса тела, окружность плеча), длительности течения гипертонической болезни, показателям динамометрии. Так, в группе с наличием СА достоверно чаще преобладали женщины, регистрировался более старший возраст, более длительное течение гипертонической болезни, меньшая сила кистевого пожатия по данным динамометрии, более низкие значения роста, массы тела и окружности плеча. Полученные данные отражают наиболее существенные маркеры наличия синдрома старческой астении (ССА) и соответствуют литературным данным [9, 12].

● **Таблица 1.** Клиническая характеристика групп

● **Table 1.** Clinical characteristics of the groups

Показатель	Без СА (n = 43)	Наличие СА (n = 47)	p
Мужчины, n%	51,16	21,28	0,002
Женщины, n%	48,84	78,72	
Возраст, годы	75,12 ± 6,25	82,3 ± 6,72	0,000
Анамнез ГБ, годы	12,77 ± 8,64	18,55 ± 12,34	0,012
Рост, см	163,77 ± 10,13	157,89 ± 8,83	0,004
Масса тела, кг	74,27 ± 13,54	65,15 ± 12,84	0,001
Индекс массы тела	27,67 ± 4,32	26,06 ± 4,22	0,077
Окружность плеча, см	28,84 ± 2,97	26,62 ± 2,75	0,000
Динамометрия, кг	29,16 ± 9,07	21,72 ± 8,11	0,000
САД, мм рт. ст.	140,05 ± 20,26	144,34 ± 21,45	p > 0,05
ДАД, мм рт. ст.	72,53 ± 8,44	69,36 ± 11,03	p > 0,05

Примечание: СА – старческая астения, САД – систолическое АД, ДАД – диастолическое АД, p – показатель значимости различий между группами.

При анализе показателей артериальной жесткости отмечены более высокие значения сердечно-лодыжечного сосудистого индекса слева (L CAVI), систолического АД (LB SAD), пульсового давления (LB PD) в области левого плеча, а также дельты среднего АД в области левой лодыжки (LA% MAP) в группе с наличием СА по сравнению с лицами без СА (*табл. 2*).

При анализе данных эхокардиографии обращало на себя внимание то, что, несмотря на значимо более высокие индексированные показатели конечно-диастолического и конечно-систолического размеров ЛЖ (ИКДРЛЖ, ИКСРЛЖ) у лиц с АГ и СА, нарушений систолической функции в обеих группах выявлено не было (*табл. 3*).

Известно, что оценка систолической функции с помощью традиционного показателя фракции выброса левого желудочка недостаточно информативна для раннего выявления дисфункции миокарда [13]. В качестве более раннего маркера нарушения функции миокарда у лиц с АГ в настоящее время рассматриваются диастолические нарушения [14]. В связи с этим проанализированы параметры диастолической дисфункции левого желудочка, имевшие место в обеих группах. Нарушение диастолической функции ЛЖ по типу замедления релаксации (тип 1) встречалось с одинаковой частотой в обеих группах, в то время как нарушение диастолической функции ЛЖ по типу псевдонормализации (тип 2) с повышением давления наполнения достоверно чаще выявлялось в группе с наличием СА.

При проведении корреляционного анализа установлено, что показатели артериальной жесткости, регистрируемые методом объемной сфигмографии, взаимосвязаны с эхографическими показателями, отражающими диастолическую функцию ЛЖ, преимущественно в группе больных с наличием СА (*табл. 4*).

● **Таблица 2.** Показатели артериальной жесткости с наличием и отсутствием старческой астении ($M \pm \delta$)

● **Table 2.** Various indices of arterial stiffness in patients with and without senile asthenia ($M \pm \delta$)

Показатель	Без СА	Наличие СА	p
R CAVI	9,29 ± 0,93	9,67 ± 1,25	0,092
L CAVI	9,33 ± 0,95	9,89 ± 0,92	0,003
R ABI	1,06 ± 0,11	0,99 ± 0,18	>0,05
L ABI	1,05 ± 0,13	0,98 ± 0,13	>0,05
R AI	1,06 ± 0,17	1,17 ± 0,29	0,055
PEP, мсек	106,55 ± 27,9	106,72 ± 26,52	>0,05
ET, мсек	304,4 ± 36,67	314,66 ± 31,23	>0,05
PEP/ET	0,35 ± 0,13	0,35 ± 0,11	>0,05
LB SAD	139,10 ± 24,74	149,34 ± 20,54	0,036
LB PD	58,74 ± 16,6	65,85 ± 16,26	0,044
LA% MAP	39,19 ± 4,8	41,30 ± 4,32	0,032

Примечание: СА – старческая астения, R – справа, L – слева, В – плечо, А – лодыжка, CAVI – сердечно-лодыжечно-сосудистый индекс, ABI – лодыжечно-плечевой индекс, RAI – индекс аугментации справа, ET – время изгнания, PEP – время напряжения, PEP/ET – коэффициент Вейсслера, SAD – систолическое АД, PD – пульсовое давление, % MAP – дельта среднего АД, p – уровень значимости различий между группами.

● **Таблица 3.** Эхокардиографические показатели у пациентов с наличием и отсутствием старческой астении ($M \pm \delta$)
 ● **Table 3.** Echocardiographic parameters in patients with and without senile asthenia ($M \pm \delta$)

Показатель	Без СА	Наличие СА	p
ИКДРЛЖ, мм/м ²	27,07 ± 2,36	28,84 ± 3,26	0,004
ИКСРЛЖ, мм/м ²	18,40 ± 2,45	19,65 ± 3,09	0,03
ИОЛП, мл/м ²	35,21 ± 9,24	38,88 ± 11,32	0,09
ИОПП, мл/м ²	21,02 ± 5,55	22,9 ± 5,94	0,09
ФВ ЛЖ, %	59,42 ± 7,96	61,04 ± 8,24	>0,05
EPSS, мм	7,7 ± 1,63	7,38 ± 1,71	>0,05
Е/А	0,81 ± 0,39	0,77 ± 0,42	>0,05
Е/Em	9,63 ± 3,2	9,25 ± 2,43	>0,05
S' lat, см/сек	7,57 ± 2,15	6,98 ± 1,38	>0,05
VTR _{max} , см/сек	277,44 ± 27,34	286,66 ± 29,67	>0,05
Тип ДДФ ЛЖ 1	35 (85,37%)	30 (66,67%)	>0,05
Тип ДДФ ЛЖ 2	6 (14,63%)	15 (33,33%)	0,04

Примечание: СА – старческая астения, ИКДРЛЖ – индекс конечно-диастолического размера левого желудочка, ИКСРЛЖ – индекс конечно-систолического размера левого желудочка, ИОЛП – индекс объема левого предсердия, ИОПП – индекс объема правого предсердия, ФВЛЖ – фракция выброса левого желудочка, EPSS – митрально-септальная сепарация, Е/А – отношение трансмитральных скоростей раннего и позднего диастолического наполнения ЛЖ, Е/Em – отношение трансмитральной скорости раннего диастолического наполнения ЛЖ к средней раннедиастолической скорости движения митрального кольца, S' lat – систолическая скорость движения латеральной части митрального кольца, VTR_{max} – максимальная скорость трикуспидальной регургитации, ДДФ ЛЖ – диастолическая дисфункция левого желудочка, p – уровень значимости различий между группами.

Показатель ИОЛП имел положительные корреляционные связи с параметрами артериальной жесткости, в частности у лиц с АГ без СА с сердечно-сосудистым индексом слева (L CAVI), а у лиц с АГ с наличием СА – с систолическим и средним АД на обоих плечах, а также с пульсовым давлением на правом плече (табл. 4).

Более высокие значения лодыжечно-плечевого индекса на правой голени были связаны с меньшими диастолическими показателями эходоплерографии: скоростями раннего (Е) и позднего (А) диастолического наполнения ЛЖ, отношением скоростей раннего диастолического наполнения ЛЖ и средней раннедиастолической скорости движения митрального кольца – Е/Em. При этом положительные корреляционные связи наблюдались между диастолическими скоростями и пульсовым давлением на правом плече (RB PD) и временем подъема пульсовой волны на обоих лодыжках (RA UT, LA UT).

У пациентов с АГ без СА выявлена положительная корреляционная связь между дельтой среднего артериального давления (%MAP) и систолической скоростью движения септальной части митрального кольца (Am_{sept}).

Скорость трикуспидальной регургитации (VTR_{max}), выраженность которой может указывать на диастолическую дисфункцию, имела положительные связи с систолическим АД (SAD), пульсовым давлением (PD) на обоих плечах и с временем подъема пульсовой волны на левой лодыжке (LA UT).

Обратная корреляционная связь выявлена между коэффициентом Вейслера (PER/ET) и скоростью раннего

● **Таблица 4.** Результаты корреляционного анализа показателей объемной сфигмометрии и эхокардиографии
 ● **Table 4.** Results of correlation analysis of indices of volumetric sphygmometry and echocardiography

Показатель	Без СА (n = 43)	Наличие СА (n = 47)
L CAVI и ИОЛП	R = 0,33	
RB SAD и ИОЛП		R = 0,45
RB MEAN и ИОЛП		R = 0,36
LB MEAN и ИОЛП		R = 0,36
LB SAD и ИОЛП		R = 0,45
RB PD и ИОЛП		R = 0,498
R ABI и E		R = -0,36
R ABI и A		R = -0,39
R ABI и E/Em		R = -0,44
PER/ET и E		R = -0,39
PER/ET и A		R = -0,48
RB PD и E		R = 0,41
RB PD и A		R = 0,44
RB PD и E/Em		R = 0,35
RA UT и E/Em	R = 0,37	R = 0,46
LA UT и E/Em		R = 0,42
RA %MAP и Am _{sept}	R = 0,50	
LA %MAP и Am _{sept}	R = 0,67	
RB SAD и VTR _{max}		R = 0,40
LB SAD и VTR _{max}		R = 0,43
RB PD и VTR _{max}		R = 0,42
LB PD и VTR _{max}		R = 0,45
LA UT и VTR _{max}		R = 0,36

Примечание: СА – старческая астения. Показатели объемной сфигмографии: SAD – систолическое АД, MEAN – среднее давление, PD – пульсовое давление, LB – левое плечо, RB – правое плечо, RA – правая лодыжка, LA – левая лодыжка, ABI – лодыжечно-плечевой индекс, UT – время подъема пульсовой волны, %MAP – дельта среднего артериального давления, ET – время изгнания, PER – время напряжения, PER/ET – коэффициент Вейслера. Показатели эхокардиографии: ИОЛП – индекс объема левого предсердия, E – скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ, A – скорость позднего диастолического наполнения ЛЖ, E/Em – отношение трансмитральной скорости раннего диастолического наполнения ЛЖ к средней раннедиастолической скорости движения митрального кольца, Am_{sept} – систолическая скорость движения септальной части митрального кольца, VTR_{max} – максимальная скорость трикуспидальной регургитации. R – ранговый коэффициент Спирмена при p < 0,05.

(Е), позднего (А) диастолического наполнения ЛЖ, что, вероятно, может свидетельствовать о влиянии сосудистой жесткости на диастолическую функцию ЛЖ у пациентов с АГ с наличием СА, что согласуется с литературными данными [15, 16]. В отдельных работах указывается на связь коэффициента Вейслера (PER/ET) с сократительной функцией ЛЖ [10]. Сократительная способность миокарда, транспортная функция артерий и амортизирующая (демпфирующая) функция магистральных артерий – звенья единой цепи по обеспечению эффективной работы

сердечно-сосудистой системы [4]. При снижении упруго-эластических свойств магистральных артерий увеличивается скорость распространения пульсовой волны (СПВ), что приводит к увеличению центрального САД, снижению ДАД и увеличению пульсового давления (ПД) [17]. Свой вклад в данный процесс вносят отраженные волны, которые, наслаиваясь на центральную пульсовую волну во время систолы, увеличивают (аугментируют) САД и ПД, вызывая негативное действие на сосудистую стенку и миокард [18, 19]. Выявленные взаимосвязи могут указывать на вклад показателей артериальной жесткости в ремоделирование левого предсердия, повышение давления наполнения и ухудшение диастолической функции ЛЖ у пациентов старше 65 лет с АГ и наличием СА. С учетом полученных данных диастолические нарушения можно рассматривать в качестве неблагоприятного фактора при наличии старческой астении у пациентов с АГ.

Выводы

В группе больных артериальной гипертензией старше 65 лет с наличием старческой астении преобладает нарушение диастолической функции левого желудочка по типу псевдонормализации с повышением давления наполнения.

Повышение давления наполнения левого желудочка в группе пациентов старше 65 лет с артериальной гипертензией и старческой астенией связано с увеличением комплекса показателей, характеризующих жесткость артерий: сердечно-лодыжечного сосудистого индекса, систолического АД, пульсового давления в области левого плеча, дельты среднего артериального давления в области левой лодыжки.



Поступила / Received 23.08.2021

Поступила после рецензирования / Revised 07.09.2021

Принята в печать / Accepted 09.09.2021

Список литературы

1. Reed B.N., Street S.E., Jensen B.C. Time and technology will tell: the pathophysiologic basis of neurohormonal modulation in heart failure. *Heart Fail Clin.* 2014;10(4):543–557. <https://doi.org/10.1016/j.hfc.2014.07.002>.
2. Никифоров В.С. Комбинированный препарат сакубитрил/валсартан – новый этап в лечении хронической сердечной недостаточности. *Медицинский совет.* 2020;(14):34–39. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2020-14-34-39>.
3. Никифоров В.С., Свистов А.С. Современные направления применения ингибиторов ангиотензин-превращающего фермента в клинической практике. *ФАРМиндекс-Практик.* 2005;(7):21–31. Режим доступа: https://www.pharmindex.ru/practic/7_cardio.html.
4. Васюк Ю.А., Иванова С.В., Школьник Е.Л., Котовская Ю.В., Милыгин В.А., Олейников В.Э. и др. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2016;15(2):4–19. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2016-2-4-19>.
5. Фомина Е.С., Никифоров В.С. Артериальная жесткость и сосудистое старение: последствия артериальной гипертензии. *Архивъ внутренней медицины.* 2021;11(3):196–202. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2021-11-3-196-202>.
6. Lakatta E.G., Levy D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises: Part I: aging arteries: a "set up" for vascular disease. *Circulation.* 2003;107(1):139–146. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000048892.83521.58>.
7. Орлова Я.А., Ткачева О.Н., Арутюнов Г.П., Котовская Ю.В., Лопатин Ю.М., Мареев В.Ю. и др. Особенности диагностики и лечения хронической сердечной недостаточности у пациентов пожилого возраста. Мнение экспертов Общества специалистов по сердечной недостаточности, Российской ассоциации геронтологов и гериатров и Евразийской ассоциации терапевтов. *Кардиология.* 2018;58(125):42–72. <https://doi.org/10.18087/cardio.2560>.
8. Shamlan T., Talley K.M., Ramakrishnan R., Kane R.L. Association of frailty with survival: a systematic literature review. *Ageing Res Rev.* 2013;12(2):719–736. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2012.03.001>.
9. Ткачева О.Н., Котовская Ю.В., Рунихина Н.К., Фролова Е.В., Наумов А.В., Воробьева Н.М., и др. Клинические рекомендации «Старческая астения». *Российский журнал гериатрической медицины.* 2020;1:11–46. <https://doi.org/10.37586/2686-8636-1-2020-11-46>.
10. Гайсёнов О.В. Анализ показателей времени подъема пульсовой волны (УТ), дельты среднего артериального давления (%МАР) и коэффициента Вейсслера (РЕР/ЕТ) как маркеров атеросклеротического поражения сосудов и снижения сократительной функции миокарда при проведении скрининговых обследований населения. *Вестник уральской медицинской академической науки.* 2017;14(3):228–235. <https://doi.org/10.22138/2500-0918-2017-14-3-228-235>.
11. Marwick T.H., Gillebert T.C., Aurigemma G., Chirinos J., Derumeaux G., Galderisi M. et al. Recommendations on the Use of Echocardiography in Adult Hypertension: A Report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the American Society of Echocardiography (ASE). *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(7):727–754. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2015.05.002>.
12. Липатова Т.Е., Тюльяева Л.А., Денисова Т.П., Шульпина Н.Ю. Старческая астения и артериальная гипертензия (лекция). *Саратовский научно-медицинский журнал.* 2019;15(3):757–763. Режим доступа: https://ssmj.ru/system/files/2019_30-1_757-763.pdf.
13. Никифоров В.С., Никищенко Ю.В. Современные возможности speckle tracking эхокардиографии в клинической практике. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2017;13(2):248–255. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2017-13-2-248-255>.
14. Nadruz W., Shah A.M., Solomon S.D. Diastolic Dysfunction and Hypertension. *Med Clin North Am.* 2017;101(1):7–17. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2016.08.013>.
15. Lüers C., Trippel T.D., Seeländer S., Wachter R., Hasenfuss G., Lindhorst R. et al. Arterial stiffness and elevated left ventricular filling pressure in patients at risk for the development or a previous diagnosis of HF-A subgroup analysis from the DIAST-CHF study. *J Am Soc Hypertens.* 2017;11(5):303–313. <https://doi.org/10.1016/j.jash.2017.03.006>.
16. Chow B., Rabkin S.W. The relationship between arterial stiffness and heart failure with preserved ejection fraction: a systemic meta-analysis. *Heart Fail Rev.* 2015;20(3):291–303. <https://doi.org/10.1007/s10741-015-9471-1>.
17. Nichols W.W., Edwards D.G. Arterial elastance and wave reflection augmentation of systolic blood pressure: deleterious effects and implications for therapy. *J Cardiovasc Pharmacol Ther.* 2001;6(1):5–21. <https://doi.org/10.1177/107424840100600102>.
18. Abhayaratna W.P., Sriksalanukul W., Budge M.M. Aortic stiffness for the detection of preclinical left ventricular diastolic dysfunction: pulse wave velocity versus pulse pressure. *J Hypertens.* 2008;26(4):758–764. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e3282f55038>.
19. Townsend R.R., Wilkinson I.B., Schiffrin E.L., Avolio A.P., Chirinos J.A., Cockcroft J.R. et al. Recommendations for Improving and Standardizing Vascular Research on Arterial Stiffness: A Scientific Statement From The American Heart Association. *Hypertension.* 2015;66(3):698–722. <https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000033>.

References

1. Reed B.N., Street S.E., Jensen B.C. Time and technology will tell: the pathophysiologic basis of neurohormonal modulation in heart failure. *Heart Fail Clin.* 2014;10(4):543–557. <https://doi.org/10.1016/j.hfc.2014.07.002>.
2. Nikiforov V.S. Combined Drug Sacubitril/Valsartan – A New Era of Treatment of Chronic Heart Failure. *Meditsinskiy sovet = Medical Council.* 2020;(14):34–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2020-14-34-39>.
3. Nikiforov V.S., Svistov A.S. Modern trends in the use of angiotensin-converting enzyme inhibitors in clinical practice. *FARMindex-Praktik = PHARMindex-Practitioner.* 2005;(7):21–31. (In Russ.) Available at: https://www.pharmindex.ru/practic/7_cardio.html.
4. Vasyuk Yu.A., Ivanova S.V., Shkolnik E.L., Kotovskaya Yu.V., Milyagin V.A., Oleynikov V.E. et al. Consensus of Russian experts on the evaluation of arterial stiffness in clinical practice. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i pro-*

- filaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2016;15(2):4–19. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2016-2-4-19>.
5. Fomina E.S., Nikiforov V.S. Arterial Stiffness and Vascular Aging: Effects of Hypertension. *Arkhiv vnutrenney meditsiny = The Russian Archives of Internal Medicine*. 2021;11(3):196–202. (In Russ.) <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2021-11-3-196-202>.
 6. Lakatta E.G., Levy D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises: Part I: aging arteries: a "set up" for vascular disease. *Circulation*. 2003;107(1):139–146. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000048892.83521.58>.
 7. Orlova I.A., Tkacheva O.N., Arutyunov G.P., Kotovskaya Y.V., Lopatin Y.M., Mareev V.Y. et al. Features of diagnostics and treatment of chronic heart failure in elderly and senile patients. Expert opinion of the Society of Experts in Heart Failure, Russian Association of Gerontologists, and Euroasian Association of Therapists. (In Russ.) *Kardiologiya*. 2018;58(12S): 42–72. <https://doi.org/10.18087/cardio.2560>.
 8. Shamlivan T., Talley K.M., Ramakrishnan R., Kane R.L. Association of frailty with survival: a systematic literature review. *Ageing Res Rev*. 2013;12(2):719–736. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2012.03.001>.
 9. Tkacheva O.N., Kotovskaya Yu.V., Runikhina N.K., Frolova E.V., Naumov A.V., Vorobyeva N.M. et al. Clinical Guidelines "Frailty". *Rossiyskiy zhurnal geriatricheskoy meditsiny = Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2020;1:11–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.37586/2686-8636-1-2020-11-46>.
 10. Gaisnenok O.V. Analysis of pulse wave time (UT), mean arterial pressure delta (%MAP) and Weissler coefficient (PEP/ET) as markers of atherosclerotic vascular lesions and myocardial contractility reduction during screening surveys of the population. *Vestnik ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki = Bulletin of the Ural Medical Academic Science*. 2017;14(3):228–235. (In Russ.) <https://doi.org/10.22138/2500-0918-2017-14-3-228-235>.
 11. Marwick T.H., Gillebert T.C., Aurigemma G., Chirinos J., Derumeaux G., Galderisi M. et al. Recommendations on the Use of Echocardiography in Adult Hypertension: A Report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the American Society of Echocardiography (ASE). *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(7):727–754. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2015.05.002>.
 12. Lipatova T.E., Tyulyaeva L.A., Denisova T.P., Shulpina N.Yu. Frailty and arterial hypertension (lecture). *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal = Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2019;15(3):757–763. (In Russ.) Available at: https://ssmj.ru/system/files/2019_30-1_757-763.pdf.
 13. Nikiforov V.S., Nikishchenkova I.V. Modern Possibilities of Speckle Tracking Echocardiography in Clinical Practice. *Ratsionalnaya farmakoterapiya v kardiologii = Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2017;13(2):248–255. (In Russ.) <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2017-13-2-248-255>.
 14. Nadruz W., Shah A.M., Solomon S.D. Diastolic Dysfunction and Hypertension. *Med Clin North Am*. 2017;101(1):7–17. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2016.08.013>.
 15. Lüers C., Trippel T.D., Seeländer S., Wachter R., Hasenfuss G., Lindhorst R. et al. Arterial stiffness and elevated left ventricular filling pressure in patients at risk for the development or a previous diagnosis of HF-A subgroup analysis from the DIAST-CHF study. *J Am Soc Hypertens*. 2017;11(5):303–313. <https://doi.org/10.1016/j.jash.2017.03.006>.
 16. Chow B., Rabkin S.W. The relationship between arterial stiffness and heart failure with preserved ejection fraction: a systemic meta-analysis. *Heart Fail Rev*. 2015;20(3):291–303. <https://doi.org/10.1007/s10741-015-9471-1>.
 17. Nichols W.W., Edwards D.G. Arterial elastance and wave reflection augmentation of systolic blood pressure: deleterious effects and implications for therapy. *J Cardiovasc Pharmacol Ther*. 2001;6(1):5–21. <https://doi.org/10.1177/107424840100600102>.
 18. Abhayaratna W.P., Srikusalanukul W., Budge M.M. Aortic stiffness for the detection of preclinical left ventricular diastolic dysfunction: pulse wave velocity versus pulse pressure. *J Hypertens*. 2008;26(4):758–764. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e3282f55038>.
 19. Townsend R.R., Wilkinson I.B., Schiffrin E.L., Avolio A.P., Chirinos J.A., Cockcroft J.R. et al. Recommendations for Improving and Standardizing Vascular Research on Arterial Stiffness: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Hypertension*. 2015;66(3):698–722. <https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000033>.

Информация об авторах:

Фомина Елена Святославна, заведующая отделением функциональной диагностики, Николаевская больница; 198510; Россия, Петергоф, ул. Константиновская, д. 1; аспирант кафедры функциональной диагностики, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 191015; Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41; el.fomina@bk.ru

Никифоров Виктор Сергеевич, д.м.н., профессор, декан медико-биологического факультета, профессор кафедры функциональной диагностики, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 191015; Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41; viktor.nikiforov@szgmu.ru

Information about the authors:

Elena S. Fomina, Head of Department of Functional Diagnostics, Nikolayevskaya Hospital; 1, Konstantinovskaya St., Peterhof, 198510, Russia; a Postgraduate student of Department of Functional Diagnostics, North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 191015, Russia

Viktor S. Nikiforov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Associate Professor of Medical and Biological Department, Professor of Department of Functional Diagnostics, North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov; 41, Kirochnaya St., St Petersburg, 191015, Russia