

СВЯЗЬ ДИНАПЕНИИ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ У ПАЦИЕНТОВ ЖЕНСКОГО ПОЛА

Ю.Ф. Шевченко^{1,2}, С.Г. Горелик^{1,3}, А.Н. Ильницкий^{1,3}, Е.Д. Баздырев⁴, О.Н. Курганская¹,
К.Н. Леликова¹, К.Г. Маслов¹, Е.П. Ничик³, Е.А. Воронина⁵

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», ул. Победы, 85, Белгород, Российская Федерация, 308015; ² Областное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Ивнянская центральная районная больница», ул. Привольная, 1, пос. Ивня, Ивнянский район, Белгородская обл., Российская Федерация, 309110; ³ Автономная некоммерческая организация «Научно-исследовательский медицинский центр «Геронтология», Волоколамское шоссе, 116, стр. 1, Москва, Российская Федерация, 125371; ⁴ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», бульвар им. академика Л.С. Барбараша, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002; ⁵ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», ул. Красная, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650000

Основные положения

• Проанализированы распространенность динапении, параметры, характеризующие жестко-эластические свойства артериальных сосудов, дисфункция эндотелия и воспаление у лиц женского пола с артериальной гипертензией, что позволило предположить патогенетические взаимосвязи между этими состояниями.

Цель	Оценить распространенность динапении у пациентов с артериальной гипертензией (АГ) и выявить возможные взаимосвязи между ними.
Материалы и методы	Исследование проведено среди 148 женщин. Участники были распределены на четыре группы с учетом возраста и наличия АГ. Контрольную группу составили 30 женщин среднего возраста без АГ. Все участники прошли комплекс исследований, включая оценку мышечной силы, жесткости артериальной стенки, индексов аугментации и отражения, эндотелиальной дисфункции, уровня фракталина и каспазы 3, а также скорости ходьбы.
Результаты	У 25,4% женщин с АГ обнаружена динапения, причем возраст коррелировал со снижением мышечной силы. У женщин старческого возраста с АГ индекс жесткости был на 10% выше, чем у женщин среднего и пожилого возраста ($p < 0,001$). Индекс аугментации у женщин старческого возраста с АГ оказался на 40% выше, чем у пожилых ($p < 0,01$), и на 63% выше, чем у женщин среднего возраста ($p < 0,00001$). Индекс отражения у пожилых женщин с АГ превышал показатели у женщин среднего возраста на 17% ($p < 0,05$). Повышенное давление способствовало изменениям эластичности сосудистых стенок и функциональным нарушениям. Концентрации фракталина ($0,204 \pm 0,012$ пг/мл, $p < 0,0005$) и каспазы 3 ($1,109 \pm 0,05$ нг/мл, $p < 0,000001$) служили маркерами хронического воспаления.
Заключение	Динапения диагностирована у четверти женщин с АГ. Возрастные изменения приводят к увеличению жесткости сосудистой стенки, усилению аугментации и отражения, развитию эндотелиальной дисфункции и воспалений, что, вероятно, инициирует процесс ремоделирования артерий, ухудшая метаболизм тканей и становясь важным звеном в развитии сердечно-сосудистого геронтологического континуума.
Ключевые слова	Динапения • Артериальная гипертензия • Жесткость сосудистой стенки • Индекс аугментации • Индекс отражения • Фракталин • Каспаза 3 • Скорость ходьбы • Пожилой возраст • Старческий возраст

Поступила в редакцию: 20.02.2025; поступила после доработки: 14.03.2025; принята к печати: 26.04.2025

Для корреспонденции: Юлия Федоровна Шевченко, parkhots2012@yandex.ru; адрес: ул. Победы, 85, Белгород, Российская Федерация, 308015

Corresponding author: Yulia F. Shevchenko, parkhots2012@yandex.ru; address: 85, Pobedy St., Belgorod, Russian Federation, 308015

THE RELATIONSHIP BETWEEN DYNAPENIA AND ARTERIAL HYPERTENSION
 IN FEMALE PATIENTS

Yu.F. Shevchenko^{1,2}, S.G. Gorelik^{1,3}, A.N. Ilnitski^{1,3}, E.D. Bazdyer⁴, O.N. Kurganskaya¹, K.N. Lelikova¹, K.G. Maslov¹, E.P. Nichik³, E.A. Voronina⁵

¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Belgorod State University”, 85, Pobedy St., Belgorod, Russian Federation, 308015; ² Regional State Budgetary Healthcare Institution “Ivnyanskaya Central District Hospital”, 1, Privolnaya St., village Ivnya, Ivnyansky district, Belgorod region, Russian Federation, 309110; ³ Autonomous Nonprofit Organization “Research Medical Center “Gerontology”, 116, bld. 1, Volokolamsk Hwy., Moscow, Russian Federation, 125371; ⁴ Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation, 6, blvd. named after Academician Barbarash, Kemerovo, Russian Federation, 650002; ⁵ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kemerovo State University”, 6, Krasnaya St., Kemerovo, Russian Federation, 650000

Highlights

- The study presents an analysis of the prevalence of dynapenia, parameters characterizing the rigid-elastic properties of arterial vessels, endothelial dysfunction and inflammation in females with arterial hypertension, which made it possible to suggest pathogenetic links in their relationships.

Aim	To assess the prevalence of dynapenia in patients with arterial hypertension (AH) and to identify possible relationships between them.
Methods	The study included 148 women of various ages. Participants were divided into four groups based on age and the presence of hypertension. The control group consisted of 30 middle-aged women without hypertension. All participants underwent a range of tests, including assessment of muscle strength, arterial wall stiffness, augmentation and reflection indices, endothelial dysfunction, fractalkine and caspase-3 levels, and walking speed.
Results	Dynapenia was detected in 25.4% of women with hypertension, and age correlated with a decrease in muscle strength. In elderly women with hypertension, the stiffness index was 10% higher than in middle-aged and senile women ($p < 0.001$). The augmentation index in elderly women with hypertension was 40% higher than in senile women ($p < 0.01$) and 63% higher than in middle-aged women ($p < 0.00001$). The reflectivity index in elderly women with hypertension exceeded that in middle-aged women by 17% ($p < 0.05$). High blood pressure contributed to changes in the elasticity of vascular walls and functional disorders. Concentrations of fractalkine (0.204 ± 0.012 pg/mL, $p < 0.0005$) and caspase-3 (1.109 ± 0.05 ng/mL, $p < 0.000001$) served as markers of chronic inflammation.
Conclusion	Dinapenia is diagnosed in a quarter of women with hypertension. Age-related changes lead to increased vascular wall rigidity, increased augmentation and reflection, development of endothelial dysfunction and inflammation, which probably initiates the process of arterial remodeling, worsening tissue metabolism and becoming an important link in the development of the cardiovascular gerontological continuum.
Keywords	Dynapenia • Arterial hypertension • Vascular wall stiffness • Augmentation index • Reflectance index • Fractalkine • Caspase-3 • Walking speed • Old age • Senile age

Received: 20.02.2025; received in revised form: 14.03.2025; accepted: 26.04.2025

Список сокращений

АГ – артериальная гипертензия АД – артериальное давление

Введение

Женщины, как правило, живут дольше мужчин. Однако увеличение продолжительности жизни женщин часто не связано со здоровым старением и сопровождается потерей функционального статуса. Здоро-

вое старение может стать реальностью. Для этого нужно рассматривать его как повышение индивидуальной и возрастной жизнеспособности, уменьшение риска развития гериатрических синдромов даже при наличии каких-либо соматических заболеваний [1].

В настоящее время одним из ведущих механизмов патогенеза многих хронических сердечно-сосудистых заболеваний и гериатрических синдромов считается повреждение сосудистой стенки. Дисфункция эндотелия часто является предиктором клинических проявлений артериальной гипертензии (АГ). Наше исследование, в частности, направлено на изучение и дальнейшую оценку функциональных особенностей эндотелиальных клеток, в дальнейшем оно может иметь важное диагностическое и прогностическое значение. Эндотелиальная дисфункция, инициируемая субклиническим воспалением и патологическим апоптозом, позволяет осуществить поиск инновационных методов коррекции, напрямую связанных с этими механизмами [2].

Проблема повреждения клеточных и тканевых структур при механическом воздействии, повышенного артериального давления (АД) недостаточно изучена. При старении организма в сосудистой стенке происходят инволютивные изменения, которые начинают развиваться уже в среднем возрасте и достигают максимального выражения в пожилом и старческом. Инволютивные изменения сосудистой стенки происходят во всех ее слоях [3, 4]. Среди них наименее изученными остаются жестко-эластические свойства артериальной стенки, изменение которых тесно взаимодействует с клеточными элементами сосудов и влияет на их функциональное состояние [5]. Прежде всего это относится к эндотелиальному интимальному слою сосудов, тесно прилегающему к базальной субэндотелиальной мембране и зависящему от ее функционального состояния. Инволютивный процесс, разворачивающийся при старении сосудистой стенки, постепенно ведет к формированию жесткости сосудистой стенки, при которой эндотелиоциты не способны выполнять свои физиологические функции из-за снижения кровоснабжения, механического повреждения интимы. Все это способствует нарушению синтетической и секреторной функций эндотелиоцитов, их регуляторного вазотонического воздействия [6].

АГ относится к ведущей причине смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. В ранее опубликованных исследованиях доказано, что у лиц женского пола АГ развивается, как правило, позже, чем у лиц мужского пола, примерно на 10 лет, но при этом исследователи отмечают, что прогрессирует данное заболевание у женщин намного быстрее, чем у мужчин. Закономерно, что патофизиологический ответ сосудов на длительное повышение АД проявляется в изменении их жестко-эластических свойств, приводящем к нарушению функции эндотелия [7, 8].

Другой актуальной медико-социальной проблемой являются возраст-ассоциированные заболевания. К одной из них относятся дина- и саркопения. Саркопения – прогрессирующее и генерализованное

состояние, характеризующееся потерей массы (количества), силы мышечной ткани (динапении) и функции (качества). По данным многих авторов, распространенность саркопии в настоящее время составляет 10%, но в ближайшей перспективе количество пациентов с саркопией резко увеличится [9, 10]. Динапения – прогрессирующее заболевание, характеризующееся возрастным снижением мышечной силы и функции при отсутствии основного неврологического или мышечного заболевания или медицинского состояния [11, 12]. Общеизвестно, что распространенность динапии увеличивается с возрастом и чаще встречается у женщин, чем у мужчин [11]. Зачастую нарушение начинается на четвертом десятилетии жизни и ускоренно прогрессирует после 65 лет. По оценкам, заболеванием страдают примерно 50% людей старше 65 лет и до 80% людей старше 80 лет [11]. Исследования показывают, что пожилые люди с низкой мышечной силой или плохой мышечной функцией подвержены более высокому риску смерти [12].

Цель исследования – оценить распространенность динапии у пациентов с АГ и выявить возможные взаимосвязи между ними.

Материалы и методы

В исследование включены 148 респондентов женского пола, из которых 118 (79,7%) человек с верифицированным диагнозом АГ и 30 (20,3%) без АГ. К критериям включения в исследование отнесены АГ I–II стадии и 1–2-й степени, хроническая сердечная недостаточность не выше 2-го функционального класса по NYHA. Критерии невключения: ранее перенесенный инсульт, инфаркт миокарда, вторичный генез АГ, АГ III стадии, нарушения ритма сердца, хроническая сердечная недостаточность III и IV функционального класса по NYHA, фракция выброса левого желудочка менее 50%, сахарный диабет, любой онкологический процесс, хроническая обструктивная болезнь легких, легочная гипертензия, заболевания костно-мышечного аппарата верхних конечностей.

Исследование одобрено межвузовским комитетом по этике (протокол № 01-24 от 18.01.2024) и проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией ВМА (пересмотра 2013 г.) с соблюдением правил надлежащей клинической практики.

Из лиц, включенных в данное исследование, с учетом возраста были сформированы четыре группы. В I группу вошли респонденты среднего возраста (45–59 лет) с АГ, во II группу – лица пожилого возраста (60–74 лет) с АГ, в III группу – лица старческого возраста (75–89 лет) с АГ, IV группу составили лица среднего возраста (45–59 лет) с нормальным уровнем АД. Клиническая характеристика включенных в исследование респондентов представлена в табл. 1 и 2. Необходимо отметить

достоверное повышение пульсового АД, которое на фоне увеличения систолического АД при незначительно измененном по сравнению с нормотензивными респондентами диастолическом АД свидетельствовало о начале трансформации АГ в ее систолический вариант.

Протокол исследования включал измерение роста, веса, АД, расчет индекса массы тела и силы сжатия кисти. Данные измерения осуществлялись по общепринятым методикам. Пульсовое АД рассчитывалось по следующей формуле: систолическое АД (мм рт. ст.) – диастолическое АД (мм рт. ст.). Оценка частоты сердечных сокращений осуществлялась с помощью медицинского пульсоксиметра Armed (мод. YX300 № 53583-13, Китай). Индекс отражения и показатели жесткости сосудистой стенки определялись осциллометрическим методом с помощью портативного прибора «АнгиоСкан-01П» (ООО «АнгиоСкан Электроникс», Россия). Показатели жестко-эластических свойств артериальной стенки измерены утром натощак, однократно.

В настоящее время не существует единого мнения относительно четких диагностических критериев динапении. Диагностика динапении в целом требует комплексной оценки мышечной силы и функции, с учетом множества факторов, которые могут способствовать мышечной слабости у пожилых людей. В рамках данного исследования динапения диагностировалась при снижении силы сжатия кисти. В качестве критерия снижения силы были приняты рекомендации EWGSOP по саркопении,

критерием снижения силы считался результат менее 27 кг у мужчин и 16 кг у женщин. Силу сжатия кисти определяли с помощью кистевого динамометра «Силач» ДМЭР-120. Сила сжатия кисти представлена в деканьютонах; сила 1 даН соизмерима весу 1 кг.

Тест шестиминутной ходьбы осуществлялся на специализированной площадке, на которой была произведена разметка по одному метру общей протяженностью 255 метров. Перед тестом пациенты были проинструктированы о правильности его выполнения. Пациенты прослушали предварительный инструктаж, затем им было необходимо пройти по площадке 6 минут в спокойном темпе. Если требовалась вынужденная остановка, пациент продолжал отсчет своего секундомера. Во время теста шестиминутной ходьбы в протокол исследования были внесены пройденная респондентом дистанция (S, м) и скорость ходьбы респондента (V, м/с).

Определение фракталина (пг/мл) и каспазы 3 (нг/мл) осуществлялось по стандартной методике иммуноферментным анализом.

Статистический анализ. Качественные показатели представлены в виде частот (n, %), количественные – в виде средней величины (M) и средней ошибки средних арифметических (m). Различия между анализируемыми группами оценены с помощью t-критерия Стьюдента, статистически значимыми считались при $p < 0,05$. Для анализа связей между признаками использован коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Таблица 1. Клиническая характеристика больных обследованных групп
Table 1. Clinical characteristics of the examined groups

Показатель / Parameter	I группа / Group I, n = 41	II группа / Group II, n = 47	III группа / Group III, n = 30	IV группа / Group IV, n = 30
Возраст, лет / Age, years	51,85 ± 0,65	64,09 ± 0,57	81,07 ± 0,66	47,97 ± 0,79
Рост, см / Height, cm	161,88 ± 0,79	160,53 ± 0,78	160,97 ± 1,00	160,6 ± 0,96
Вес, кг / Weight, kg	83,29 ± 2,94	84,64 ± 2,67	73,6 ± 3,05	77,13 ± 2,46
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	31,73 ± 1,04	32,84 ± 1,03	28,4 ± 1,19	29,9 ± 0,85

Примечание: ИМТ – индекс массы тела.

Note: BMI – body mass index.

Таблица 2. Гемодинамические параметры пациентов обследованных групп
Table 2. Hemodynamic parameters in the examined groups

Показатель / Parameter	I группа / Group I, n = 41	II группа / Group II, n = 47	III группа / Group III, n = 30	IV группа / Group IV, n = 30	P
САД, мм рт. ст. / SBP, mmHg	139,39 ± 1,6	141,4 ± 1,05	147,0 ± 1,4	124,03 ± 1,06	$p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,01$ $p_{1-4} < 0,0000001$
ДАД, мм рт. ст. / DBP, mmHg	84,9 ± 1,09	86,49 ± 0,76	89,8 ± 0,78	76,43 ± 0,86	$p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,01$ $p_{1-4} < 0,0000001$
ПАД, мм рт. ст. / PBP, mmHg	54,5 ± 0,85	54,9 ± 0,67	58,03 ± 1,6	47,6 ± 1,24	$p_{1-4} < 0,0001$
ЧСС, уд/мин / HR, beats/min	76,3 ± 1,99	76,8 ± 1,69	75,2 ± 2,1	80,7 ± 1,99	–

Примечание: ДАД – диастолическое артериальное давление; ПАД – пульсовое артериальное давление; САД – систолическое артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений.

Note: DBP – diastolic blood pressure; HR – heart rate; PBP – pulse blood pressure; SBP – systolic blood pressure.

Результаты

На основании контурного анализа жесткости сосудистой стенки и индекса отражения у группы женщин среднего возраста с АГ и группы женщин этого же возраста с нормальным уровнем АД получены объективные различия (табл. 3).

Так, у лиц женского пола среднего возраста (45–59 лет) с АГ жесткость артериальной стенки (SI), индекс отражения (IR) и индекс аугментации (Alp) были выше, чем в группе лиц того же возраста, но без АГ. Это свидетельствует о негативной связи повышенного АД и эластических свойств стенок артерий и подчеркивает важность определения данных параметров для оценки состояния сердечно-сосудистой системы.

При определении силы сжатия кисти (рис. 1) выявлено параллельное снижение силы с возрастом со статистически значимыми различиями между группами ($p < 0,000001$). Так, у пациентов с АГ старческого возраста (III группа) сила правой кисти (ведущей) была на 50% ниже, чем сила сжатия аналогичной кисти у женщин с АГ среднего возраста (I группа), и на 34% ниже, чем у женщин с АГ пожилого возраста (II группа) ($p_{2-3} < 0,000001$). На левой кисти вероятно за счет более выраженных трофических изменений ввиду меньшей нагрузки на нее сила кисти была на 2,32, 1,66 и 3,7 даН ниже показателей правой (рабочей).

Таким образом, отмечено последовательное снижение силы – с увеличением возраста включенных пациентов с АГ, причем динапения (снижение силы менее 16 кг) выявлена у пациентов III группы (75–89 лет).

Сравнительный анализ параметров, характе-

ризующих жестко-эластические свойства артериальных сосудов, продемонстрировал, что у лиц женского пола в возрасте 75–89 лет с верифицированной АГ показатель SI был на 10 % выше, чем у женщин с АГ среднего (45–59 лет) и пожилого (60–74 лет) возраста, а Alp – на 40 % выше, чем у женщин пожилого возраста с АГ, и на 63% выше, чем у женщин среднего возраста с АГ (табл. 4). Кроме того, IR был на 17% выше у лиц пожилого возраста с АГ в сравнении с лицами с АГ, но более молодого возраста (среднего возраста). Это, вероятно, подтверждает связь высокого АД с инволютивными изменениями, протекающими в сосудистой стенке и способствующими ускорению деструктивных процессов, что в конечном итоге приводит к существенным функциональным трансформациям мелких артериальных сосудов [13].

Далее выполнен корреляционный анализ возраста респондентов с АГ и параметров, характеризующих жестко-эластические свойства артерий,

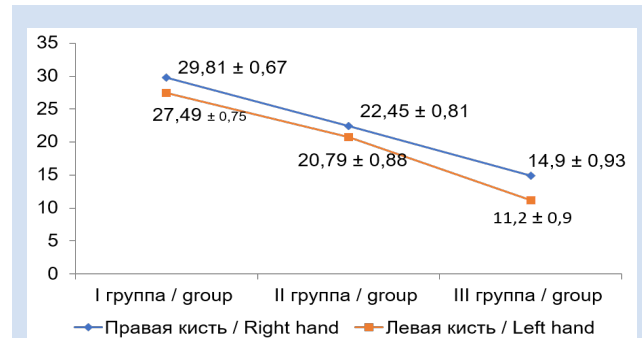


Рисунок 1. Сила сжатия кисти пациентов с артериальной гипертензией (даН)

Figure 1. Hand grip strength of patients with arterial hypertension (daH)

Таблица 3. Параметры, характеризующие жестко-эластические свойства артерий у респондентов среднего возраста
Table 3. Parameters characterizing the rigid-elastic properties of arteries in middle-aged respondents

Показатель / Parameter	Респонденты среднего возраста без АГ / Middle-aged respondents without hypertension, n = 30	Респонденты среднего возраста с АГ / Middle-aged respondents with hypertension, n = 41	p
SI, %	7,01 ± 0,06	7,57 ± 0,08	< 0,0001
RI, %	30,41 ± 1,74	36,18 ± 2,12	< 0,05
Alp, %	-6,13 ± 1,78	8,97 ± 1,78	< 0,0001

Примечание: Alp – индекс аугментации; RI – индекс отражения; SI – сосудистая жесткость.

Note: Alp – augmentation index; RI – reflection index; SI – stiffness index.

Таблица 4. Параметры, характеризующие жестко-эластические свойства артерий у респондентов с артериальной гипертензией
Table 4. Parameters characterizing the stiffness-elastic properties of arteries in respondents with arterial hypertension

Показатель / Parameter	I группа / Group I, n = 41	II группа / Group II, n = 47	III группа / Group III, n = 30	p
SI, %	7,57 ± 0,08	7,57 ± 0,12	8,29 ± 0,17	$p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,001$
RI, %	36,18 ± 2,12	43,77 ± 2,57	43,4 ± 4,49	$p_{1-2} < 0,05$
Alp, %	8,97 ± 1,78	14,57 ± 2,03	24,17 ± 2,13	$p_{1-2} < 0,05$ $p_{1-3} < 0,00001$ $p_{2-3} < 0,01$

Примечание: Alp – индекс аугментации; RI – индекс отражения; SI – сосудистая жесткость.

Note: Alp – augmentation index; RI – reflection index; SI – stiffness index.

который продемонстрировал связь возраста с SI и Alp. (рис. 2, 3).

По данным фотоплетизмографического метода с окклюзионной пробой, у женщин разного возраста с АГ выявлены выраженные нарушения функции эндотелия как в системе микроциркуляции, так и в крупных артериях мышечного типа (табл. 5). Эндотелий в системе микроциркуляции отражал наличие факторов риска, а крупные артерии свидетельствовали о выраженности процесса стенозирующего атеросклероза. Прирост амплитуды сигнала составил менее двух, что свидетельствовало о выраженном нарушении функции эндотелия в мелких резистивных артериях (микроциркуляции). Сдвиг фазы менее 10 мс указывал на нарушенную функцию эндотелия в крупных мышечных артериях.

Ангиосканирование с окклюзионной пробой показало, что длительное повышение АД способствовало не только изменению параметров жестко-эластических свойств сосудистой стенки, но и на-

рушению ее функций. Таким образом, нарушение микроциркуляции вследствие изменения функции эндотелия, вероятно, приводит к развитию гипоксии тканей, не исключая и скелетную мускулатуру, что может обуславливать появление возраст-ассоциированных заболеваний, в том числе динапении.

Показано, что маркерами хронического воспаления при АГ и снижения силы (динапении) выступают концентрации фракталкина и каспазы 3 в сыворотке крови, которые в свою очередь активируют лейкоциты и способствуют их адгезии к сосудистой стенке, то есть усиливают воспаление в эндотелии и влияют на пролиферацию гладкомышечных клеток (табл. 6). Как следствие, данные маркеры имеют важное значение в развитии и прогрессировании как сосудистой патологии, так и динапении, а в дальнейшем и саркопении.

При этом данные показатели дополняют результаты ангиосканирования с окклюзионной пробой и показывают наличие эндотелиальной дисфункции.

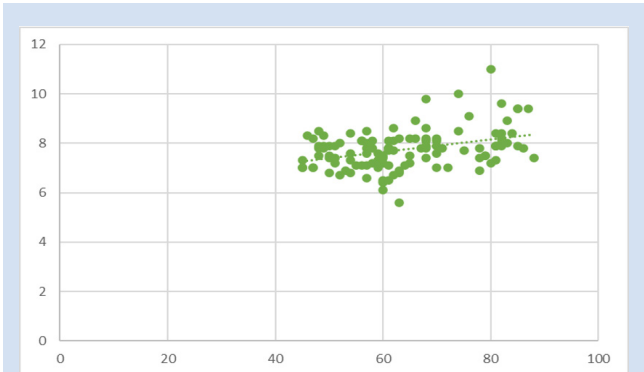


Рисунок 2. Данные корреляционного анализа возраста с жесткостью сосудистой стенки
Figure 2. Data from correlation analysis of age with vascular wall stiffness

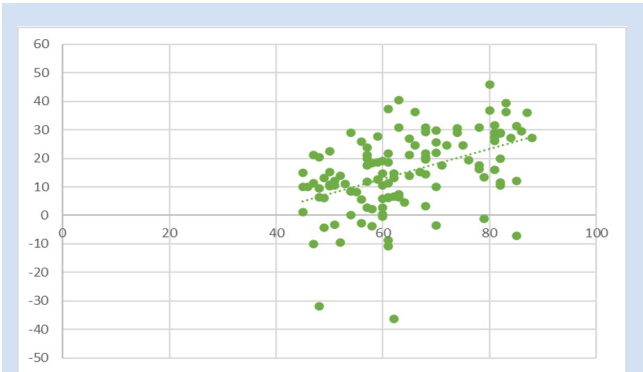


Рисунок 3. Данные корреляционного анализа возраста с индексом аугментации
Figure 3. Data from correlation analysis of age with augmentation index

Таблица 5. Изменение функции эндотелия сосудистой стенки у женщин с АГ в сравнительном аспекте
Table 5. Changes in vascular wall endothelial function in women with hypertension in a comparative aspect

Группа / Group	Без нарушения функции эндотелия / Without endothelial dysfunction, n (%)	С нарушением функции эндотелия / With impaired endothelial function, n (%)
Женщины с АГ среднего возраста / A group of middle-aged women with AH, n = 30	4 (13,3)	26 (86,7)
Женщины с АГ пожилого возраста / A group of elderly women with AH, n = 30	1 (3,3)	29 (96,7)
Женщины с АГ старческого возраста / A group of senile women with AH, n = 30	—	30 (100)

Примечание: АГ – артериальная гипертензия.
Note: AH – arterial hypertension.

Таблица 6. Патогенетические маркеры дисфункции эндотелия сосудистой стенки у пациентов с артериальной гипертензией
Table 6. Pathogenetic markers of vascular endothelial dysfunction in patients with arterial hypertension

Показатель / Parameter	I группа / Group I, n = 30	II группа / Group II, n = 30	III группа / Group III, n = 30	P
Фракталкин, пг/мл / Fractalkin, pg/mL	0,0973 ± 0,026	0,231 ± 0,009	0,204 ± 0,012	p ₁₋₃ < 0,001 p ₁₋₃ < 0,0005
Каспаза 3, нг/мл / Caspase-3, ng/mL	0,97 ± 0,073	1,49 ± 0,034	1,109 ± 0,05	p ₁₋₂ < 0,000001 p ₂₋₃ < 0,000001

Анализ результатов теста с шестиминутной ходьбой у респондентов с АГ показал ряд различий (табл. 7).

Тест с шестиминутной ходьбой показал достоверное возраст-ассоциированное ухудшение параметров передвижения у пациенток с АГ. Средняя дистанция ходьбы у женщин среднего возраста с АГ была на 15% выше, чем у группы женщин пожилого возраста, и на 51% выше, чем у группы пациенток старческого возраста.

На основании вышеизложенного можно сформировать предположительные звенья патогенеза динапении с маркерами поражения сердечно-сосудистой системы (рис. 4).

Данная схема включает следующие связи: при АГ высокий уровень АД оказывает не только механическое воздействие, но и гипоксическое, что может привести к ремоделированию, изменению характеристик жестко-эластических свойств артерий и нарушению функции эндотелия. Высокий уровень лабораторных маркеров эндотелиальной дисфункции – фракталина и каспазы 3 – становится постоянным. Закономерно, что изменения жестко-эластических свойств артерий приводят к развитию метаболических нарушений, в том числе в мышцах, что может способствовать появлению и прогрессированию динапении у данной категории пациентов. Все это, в свою очередь, потенцирует снижение мышечного функционального статуса.

Обсуждение

По результатам исследования, среди лиц женского пола с АГ динапения выявлена у четверти (25,4%). Более старший возраст пациенток ассоциировался со снижением силы мышц, увеличением параметров, характеризующих жестко-эластические свойства артериальных сосудов, более выраженной дисфункцией эндотелия, что позволило сформировать предположительные патогенетические звенья взаимосвязи динапении и АГ.

Динапения – медленно прогрессирующее заболевание, которое чаще встречается среди пожилых лиц. Однако в настоящее время в ряде исследований продемонстрированы изменения костно-мышечного статуса и развитие ряда геронтологических заболеваний в более молодом возрасте [10, 14].

Динапению можно отнести к значимой медико-социальной проблеме ввиду снижения физической работоспособности и более высокого риска инвалидизации, падений, госпитализации и смерти [11, 12]. Известно, что возраст ассоциируется с большим количеством сопутствующих заболеваний, в частности сердечно-сосудистой и бронхолегочной систем, нарушений углеводного обмена. В ряде исследований показано, что динапения связана с хроническими заболеваниями, включая сахарный диабет 2-го типа, сердечно-сосудистые заболевания и хроническую обструктивную болезнь легких, а также является предиктором неблагоприятного исхода [11, 15].

В настоящее время исследователи не пришли к единому мнению относительно патогенетических механизмов, лежащих в основе развития динапении, но и усугубляющих течение сопутствующих заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых. Согласно результатам немногочисленных исследований, снижение физической активности, гормональные изменения, снижение синтеза белка и воспаление, могут обуславливать развитие, течение и усугубление динапении [16, 17].

Нервно-мышечные изменения являются одним из основных механизмов динапении [11]. С возра-

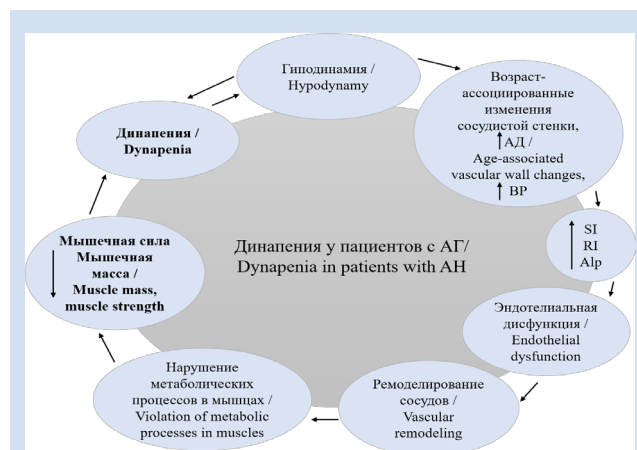


Рисунок 4. Предположительный механизм развития динапении у пациентов с артериальной гипертензией

Примечание: АГ – артериальная гипертензия; АД – артериальное давление; Alp – индекс аугментации; BP – индекс отражения; SI – сосудистая жесткость.

Figure 4. Proposed mechanism of development of dynapenia in patients with arterial hypertension

Note: AH – arterial hypertension; Alp – augmentation index; BP – blood pressure; IR – reflection index; blood pressure; SI – stiffness index.

Таблица 7. Результаты теста шестиминутной ходьбы у пациенток с артериальной гипертензией
Table 7. Results of the six-minute walk test in patients with hypertension

Показатель / Parameter	I группа / Group I, n = 41	II группа / Group II, n = 47	III группа / Group III, n = 30	p
Расстояние (S), м / Distance (S), m	438,2 ± 8,82	371,45 ± 10,15	213,3 ± 8,31	p ₁₋₂ < 0,000005; p ₁₋₃ < 0,000001; p ₂₋₃ < 0,000001
Средняя скорость (V), м/с / Average speed (V), m/s	1,22 ± 0,02	1,03 ± 0,03	0,59 ± 0,02	p ₁₋₂ < 0,000001; p ₁₋₃ < 0,000001; p ₂₋₃ < 0,000001

том количество двигательных единиц скелетных мышц уменьшается, что приводит к снижению мышечной массы и силы. Кроме того, старение связано со снижением размера мышечных волокон, атрофией волокон II типа и увеличением межмышечного жира и соединительной ткани. Эти изменения способствуют снижению качества мышц, что может привести к меньшей выработке мышечной силы. Кроме того, изменения в нервной системе, особенно в нервно-мышечном соединении, также могут привести к развитию динапении.

Гормональные изменения [18, 19] также являются важным механизмом динапении. В процессе старения происходит снижение анаболических гормонов, таких как тестостерон, гормон роста и инсулиноподобный фактор роста 1. Эти гормоны играют важную роль в синтезе и восстановлении мышечного белка, и их снижение может способствовать уменьшению мышечной массы и силы.

Окислительный стресс и митохондриальная дисфункция [20, 21] – два механизма, участвующие в развитии динапении. Окислительный стресс возникает, когда существует дисбаланс между выработкой активных форм кислорода и способностью организма детоксифицировать и восстанавливать полученные повреждения. Активные формы кислорода могут повреждать клеточные компоненты, такие как белки, липиды и ДНК, что приводит к нарушению функции мышц и повышению риска мышечной атрофии. Окислительный стресс также может способствовать воспалению и активации сигнальных путей, которые способствуют истощению мышц. Митохондриальная дисфункция может приводить к снижению выработки АТФ и повышению выработки активных форм кислорода, что может способствовать окислительному стрессу, приводя к нарушению мышечного сокращения и повышению мышечной усталости.

Снижение физической активности, которое наблюдается с увеличением возраста, также отнесено к важным внешним факторам, способствующим динапении [22]. Хорошо известно, что физическая активность играет решающую роль в поддержании мышечной массы, силы и функции. Отсутствие физической активности может привести к неиспользованию мышц и атрофии, что может способствовать снижению мышечной силы и мощности.

Кроме этого, развитие динапении связывают с питанием и приемом лекарственных средств [11, 23, 24]. Так, исследователи ассоциируют снижение силы мышц с приемом статинов, препаратов сульфонилмочевины, глюкокортикоидов, миорелаксантов, некоторых антидепрессантов, антипсихотиков, седативных средств, опиоидных анальгетиков. Кроме того, с возрастом меняется стереотип питания, нарушаются процессы пищеварения, что ухудшает процесс усвоения питательных веществ.

Заключение

Динапения выявлена у четверти пациентов с АГ. В пожилом возрасте у лиц женского пола с АГ отмечено увеличение жесткости артериальной стенки, отражения и индексов аугментации, что свидетельствует о повреждении сосудов. Определена связь между возрастом респондентов с АГ и рядом параметров, характеризующих жестко-эластические свойства сосудов. У респондентов женского пола с верифицированной АГ независимо от возраста установлены признаки эндотелиальной дисфункции и лабораторные маркеры хронического воспаления. Выявленные изменения, вероятно, обуславливают взаимоотягощающее влияние динапении и АГ.

Конфликт интересов

Ю.Ф. Шевченко заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.Г. Горелик заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Н. Ильницкий заявляет об отсутствии конфликта интересов. Е.Д. Баздырев заявляет об отсутствии конфликта интересов. О.Н. Курганская заявляет об отсутствии конфликта интересов. К.Н. Леликова заявляет об отсутствии конфликта интересов. К.Г. Маслов заявляет об отсутствии конфликта интересов. Е.П. Ничик заявляет об отсутствии конфликта интересов. Е.А. Воронина входит в редакционную коллегию журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний».

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Шевченко Юлия Федоровна, аспирант федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; врач общей практики Курасовского центра общей врачебной практики областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Ивнянская центральная районная больница», Белгородская обл., Ивнянский район, пос. Ивня, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-5420-5277

Author Information Form

Shevchenko Yulia F., Postgraduate Student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Belgorod State University”, Belgorod, Russian Federation; General Practitioner at the Kurasovsky Center for General Medical Practice, Regional State Budgetary Healthcare Institution “Ivnyanskaya Central District Hospital”, village Ivnya, Ivnyansky district, Belgorod region, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-5420-5277

Горелик Светлана Гиршевна, доктор медицинских наук, доцент профессор кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; заместитель директора по клинической работе автономной некоммерческой организации «Научно-исследовательский медицинский центр «Геронтология», Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-5288-9874

Ильницкий Андрей Николаевич, доктор медицинских наук, профессор профессор кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; первый заместитель директора автономной некоммерческой организации «Научно-исследовательский медицинский центр «Геронтология», Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1090-4850

Баздырев Евгений Дмитриевич, доктор медицинских наук заведующий лабораторией эпидемиологии сердечно-сосудистых заболеваний отдела оптимизации медицинской помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-3023-6239

Курганская Ольга Николаевна, аспирант федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-7705-7959

Леликова Кристина Николаевна, аспирант федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0000-3569-0310

Маслов Кирилл Геннадьевич, аспирант федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-8180-4016

Ничик Екатерина Петровна, научный сотрудник автономной некоммерческой организации «Научно-исследовательский медицинский центр «Геронтология», Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0005-2586-4117

Воронина Елена Анатольевна, доктор медицинских наук заведующая кафедрой социальной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-8915-533X

Gorelik Svetlana G., PhD, Associate Professor, Professor at the Department of Healthcare Organization and Public Health, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Belgorod State University”, Belgorod, Russian Federation; Deputy Director for Clinical Affairs at the Autonomous Nonprofit Organization “Research Medical Center “Gerontology”, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-5288-9874

Ilitsky Andrey N., PhD, Professor, Professor at the Department of Healthcare Organization and Public Health, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Belgorod State University”, Belgorod, Russian Federation; First Deputy Director at the Autonomous Nonprofit Organization “Research Medical Center “Gerontology”, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1090-4850

Bazdyer Evgeny D., PhD, Head of the Laboratory of Epidemiology of Cardiovascular Diseases, Department of Optimization of Medical Care for Cardiovascular Diseases, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-3023-6239

Kurganskaya Olga N., Postgraduate Student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Belgorod State University”, Belgorod, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-7705-7959

Lelikova Kristina N., Postgraduate Student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Belgorod State University”, Belgorod, Russian Federation; **ORCID** 0009-0000-3569-0310

Maslov Kirill G., Postgraduate Student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Belgorod State University”, Belgorod, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-8180-4016

Nichik Ekaterina P., Research Fellow at the Autonomous Nonprofit Organization “Research Medical Center “Gerontology”, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0009-0005-2586-4117

Voronina Elena A., PhD, Head of the Department of Social Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kemerovo State University”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-8915-533X

Вклад авторов в статью

ШЮФ – вклад в концепцию и дизайн исследования, корректура статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ГСГ – вклад в концепцию и дизайн исследования, корректура статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ИАН – вклад в концепцию и дизайн исследования, корректура статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

SYF – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

GSG – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

IAN – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

БЕД – вклад в концепцию и дизайн исследования, коррек-
тировка статьи, утверждение окончательной версии для
публикации, полная ответственность за содержание

КОН – вклад в концепцию и дизайн исследования, коррек-
тировка статьи, утверждение окончательной версии для
публикации, полная ответственность за содержание

ЛКН – вклад в концепцию и дизайн исследования, коррек-
тировка статьи, утверждение окончательной версии для
публикации, полная ответственность за содержание

МКГ – вклад в концепцию и дизайн исследования, коррек-
тировка статьи, утверждение окончательной версии для
публикации, полная ответственность за содержание

НЕП – вклад в концепцию и дизайн исследования, коррек-
тировка статьи, утверждение окончательной версии для
публикации, полная ответственность за содержание

ВЕА – вклад в концепцию и дизайн исследования, коррек-
тировка статьи, утверждение окончательной версии для
публикации, полная ответственность за содержание

BED – contribution to the concept and design of the study,
editing, approval of the final version, fully responsible for the
content

KON – contribution to the concept and design of the study,
editing, approval of the final version, fully responsible for the
content

LKN – contribution to the concept and design of the study,
editing, approval of the final version, fully responsible for the
content

MKG – contribution to the concept and design of the study,
editing, approval of the final version, fully responsible for the
content

NEP – contribution to the concept and design of the study,
editing, approval of the final version, fully responsible for the
content

VEA – contribution to the concept and design of the study,
editing, approval of the final version, fully responsible for the
content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Папанова Е.К., Ткачева О.Н., Котовская Ю.В. Резервы роста ожидаемой продолжительности жизни пожилого населения в России. *Проблемы геронтологии*. 2023;4:249-253.
2. Кошелев В.А., Богданов Л.А., Мухамадияров Р.А., Лазебная А.И., Степанов А.Д., Кутихин А.Г. Ультразвуковые признаки нормальных и дисфункциональных эндотелиальных клеток аорты крысы. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2024;13(4):191-203. doi:10.17802/2306-1278-2024-13-4-13-191-203.
3. Шевченко Ю.Ф., Горшунова Н.К. Состояние сосудистой стенки артерий разного калибра у больных артериальной гипертензией при старении. Междисциплинарный студенческий научный вестник. 2020;5. Режим доступа: <https://stud-messenger.ru/journal/issue-12/article-248/> (дата обращения: 15.04.2025).
4. Васюк Ю.А., Иванова С.В., Школьник Е.Л., Котовская Ю.В., Милягин В.А., Олейников В.Э., Орлова Я.А., Сумин А.Н., Баранов А.А., Бойцов С.А., Галавич А.С., Кобалава Ж.Д., Кожевникова О.В., Конради А.О., Лопатин Ю.М., Марев В.Ю., Новикова Д.С., Оганов Р.Г., Рогоза А.Н., Ротарь О.П., Сергацкая Н.В., Скибицкий В.В. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2016;15(2):4-19. doi: 10.15829/1728-8800-2016-2-4-19.
5. Горелик С.Г., Шевченко Ю.Ф., Малютин Е.С., Горбунова Е.О., Почтаева И.П. Патогенетическое значение индекса жесткости и индекса аугментации при артериальной гипертензии в развитии сердечно-сосудистой патологии и гериатрических синдромов у женщин пожилого и старческого возраста. Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2021;2:27-43. doi: 10.24412/2312-2935-2021-2-27-43.
6. Скрипаль А.В., Бахметьев А.С., Брилёнов Н.Б., Добин С.Ю., Сагайдачный А.А., Баатыров Р.Т., Усанов А.Д., Тихонова А.С. Индекс отражения пульсовой волны у юных спортсменов. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Физика*. 2020;2(20):125-133. doi: 10.18500/1817-3020-2020-20-2-125-133.
7. Грачев Д.С., Петров В.С. Показатели суточного мониторинга артериального давления у лиц старческого возраста с хронической сердечной недостаточностью в зависимости от жесткости сосудов. *Наука молодых*. 2023;4(11):483-492. doi: 10.23888/NMJ2023114483-492.
8. Гапон Л.И. Артериальная гипертензия и жесткость артериальной стенки в клинической практике: обзор литературы. *Российский кардиологический журнал*. 2024;5(29):96-104. doi: 10.15829/1560-4071-2024-924.
9. Хазова Е.В., Сметанина Е.Д., Малкова М.И. Синдром старческой астении у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями: вопросы эпидемиологии, диагностики, прогноза. *Медицинский альманах*. 2023;3(76):98-106.
10. Баздырев Е.Д., Терентьева Н.А., Кривошапова К.Е., Масенко В.Л., Вегнер Е.А., Коков А.Н., Помешкина С.А., Барбараш О.Л. Распространенность вариантов нарушения костно-мышечного статуса у пациентов с ишемической болезнью сердца. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии* 2021;17(3):369-375. doi:10.20996/1819-6446-2021-06-03.
11. Sivritepe R., Siyer O.K., Tiril S.M., Basat S.U. Do we know about dynapenia? *North Clin Istanbul*. 2024; 11(6): 593–599. doi: 10.14744/nci.2024.48642.
12. Silva R.R., Galvão L.L., Meneguci J., Santos D.A.T., Virtuoso Júnior J.S., Tribess S. Dynapenia in all-cause mortality and its relationship with sedentary behavior in community-dwelling older adults. *Sports Med Health Sci*. 2022;4:253–9. doi: 10.1016/j.smhs.2022.09.002.
13. Шевченко Ю.Ф., Горелик С.Г., Ильницкий А.Н., Бокова Н.А. Жесткость сосудистой стенки и дина/саркопения у женщин старших возрастных групп с артериальной гипертензией. Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2022;1:232-253. doi: 10.24412/2312-2935-2022-1-237-258.
14. Терентьева Н.А., Галимова Н.А., Баздырев Е.Д., Кривошапова К.Е., Цыганкова Д.П., Иванов С.В., Масенко В.Л., Коков А.Н., Барбараш О.Л. Факторы риска неблагоприятного прогноза у пациентов с ишемической болезнью сердца и возраст-ассоциированными синдромами при плановом коронарном шунтировании. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2022;11(4):13-24. doi: 10.17802/2306-1278-2022-11-4-13-24.
15. Choi Y.A., Lee J.S., Kim Y.H. Association between physical activity and dynapenia in older adults with COPD: a nationwide survey. *Sci Rep*. 2022;12:7480. doi: 10.1038/s41598-022-11504-1.
16. Ji Y., Li M., Chang M., Liu R., Qiu J., Wang K., Deng C., Shen Y., Zhu J., Wang W., Xu L., Sun H. Inflammation: roles in skeletal muscle atrophy. *Antioxidants (Basel)* 2022; 11: 1686. doi: 10.3390/antiox11091686.
17. Kishimoto. T., Onishi H., Tsubouchi H., Mizukami Y., Kubota M., Ikeda R., Konoshita N., Tanaka T., Kobayashi K., Hayashi H., Yamamura O. Association between upper limb muscle quality and knee osteoarthritis in dynapenia: an observational cross-sectional study. *J Clin Biochem Nutr*. 2024; 75(2): 145–152. doi: 10.3164/jcbs.24-58
18. Gungor O., Ulu S., Hasbal N.B., Anker S.D., Kalantar-Zadeh K. Effects of hormonal changes on sarcopenia in chronic kidney disease: where are we now and what can we do? *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2021;12:1380–92. doi: 10.1002/jcsm.12839
19. Gupta P., Kumar S. Sarcopenia and endocrine ageing: are they related? *Cureus*. 2022;14:e28787. doi: 10.7759/cureus.28787.
20. Diaz-Morales N., Rovira-Llopis S., Escibano-Lopez I., Bañuls C., Lopez-Domenech S., Falcón R., de Marañon A.M., Sola E., Jover A., Roldan I., Diez J.L., Rocha M., Hernández-Mijares A., Víctor V.M. Role of oxidative stress and mitochondrial dysfunction in skeletal muscle in type 2 diabetic patients. *Curr Pharm Des*. 2016;22:2650–6. doi: 10.2174/1381612822666160217142949
21. Chainy G.B.N., Sahoo D.K. Hormones and oxidative

stress: an overview. *Free Radic Res.* 2020;54:1–26. doi: 10.1080/10715762.2019.1702656

22. Rezuş E., Burlui A., Cardoneanu A., Rezuş C., Codreanu C., Pârnu M., Rusu Zota G., Tamba B.I. Inactivity and skeletal muscle metabolism: a vicious cycle in old age. *Int J Mol Sci* 2020; 21:592. doi: 10.3390/ijms21020592.

23. Sandvik M.K., Watne L.O., Brugård A., Wang-Hansen

M.S., Kersten H. Association between psychotropic drug use and handgrip strength in older hospitalized patients. *Eur Geriatr Med.* 2021;12:1213–20. doi: 10.1007/s41999-021-00511-6.

24. Treuil M., Mahmutovic M., Di Patrizio P., Nguyen-Thi P.L., Quilliot D. Assessment of dynapenia and undernutrition in primary care, a systematic screening study in community medicine. *Clin Nutr ESPEN.* 2023;57:561–8. doi: 10.1016/j.clnesp.2023.08.003.

REFERENCES

1. Papanova E.K., Tkacheva O.N., Kotovskaya Yu.V. Reserves for increasing life expectancy of older population in Russia. *Problems of geroscience.* 2023;4:249-253. (In Russian)

2. Koshelev V.A., Bogdanov L.A., Mukhamadiyarov R.A., Lazebnaya A.I., Stepanov A.D., Kutikhin A.G. Electron microscopy signs of normal and dysfunctional rat aortic endothelium. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2024;13(4):191-203. doi:10.17802/2306-1278-2024-13-4-13-191-203. (In Russian)

3. Shevchenko Yu.F., Gorshunova N.K. The state of the vascular wall of arteries of different calibers in patients with arterial hypertension during aging. *Interdisciplinary student scientific bulletin.* 2020;5. Available at: <https://stud-messenger.ru/journal/issue-12/article-248/> (accessed 15.04.2025) (In Russian)

4. Vasyuk Yu.A., Ivanova S.V., Shkolnik E.L., Kotovskaya Yu.V., Milyagin V.A., Oleynikov V.E., Orlova Ya.A., Sumin A.N., Baranov A.A., Boytsov S.A., Galyavich A.S., Kobalava Zh.D., Kozhevnikova O.V., Konradi A.O., Lopatin Yu.M., Mareev V.Yu., Novikova D.S., Oganov R.G., Rogoza A.N., Rotar O.P., Sergatskaya N.V., Skibitsky V.V. Consensus of Russian experts on the evaluation of arterial stiffness in clinical practice. *Cardiovascular therapy and prevention.* 2016;15(2):4-19. doi: 10.15829/1728-8800-2016-2-4-19. (In Russian)

5. Gorelik S.G., Shevchenko Yu.F., Malyutina E.S., Gorbunova E.O., Pochitaeva I.P. Pathogenetic significance of the stiffness index and augmentation index in arterial hypertension in elderly and senile women in the development of cardiovascular pathology and geriatric syndromes. *Current problems of health care and medical statistics.* 2021;2:27-43. doi: 10.24412/2312-2935-2021-2-27-43. (In Russian)

6. Skripal A.V., Bakhmetyev A.S., Brilenok N.B., Dobdin S.Yu., Sagaidachnyi A.A., Baatyrov R.T., Usanov A.D., Tikhonova A.S. Reflection index of the pulse wave for young athletes. *Izvestiya of Saratov university. New series. Series: physics.* 2020;2(20):125-133. doi: 10.18500/1817-3020-2020-20-2-125-133. (In Russian)

7. Grachev D.S., Petrov V.S. Parameters of daily monitoring of arterial pressure in patients of senile age with chronic heart failure depending on vascular stiffness. *Eruditio Juvenium.* 2023;4(11):483-492. doi: 10.23888/HMJ2023114483-492. (In Russian)

8. Gapon L.I. Hypertension and arterial wall stiffness in clinical practice: literature review. *Russian journal of cardiology.* 2024;5(29):96-104. doi: 10.15829/1560-4071-2024-5924. (In Russian)

9. Khazova E.V., Smetanina E.D., Malkova M.I. Frailty in patients with cardiovascular diseases: issues of epidemiology, diagnosis, prognosis. *Medical almanac.* 2023;3(76):98-106. (In Russian)

10. Bazdyrev E.D., Terentyeva N.A., Krivoschapova K. E., Masenko V.L., Wegner E.A., Kokov A.N., Pomeskina S.A., Barbarash O. L. Prevalence of Musculoskeletal Disorders in Patients with Coronary Artery Disease. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2021;17(3):369-375. DOI:10.20996/1819-6446-2021-06-03. (In Russian)

11. Sivritepe R., Siyer O.K., Tiril S.M., Basat S.U. Do we know about dynapenia? *North Clin Istanbul.* 2024; 11(6): 593–599. doi: 10.14744/nci.2024.48642.

12. Silva R.R., Galvão L.L., Meneguci J., Santos D.A.T., Virtuoso Júnior J.S., Tribess S. Dynapenia in all-cause mortality and its relationship with sedentary behavior in community-dwelling

older adults. *Sports Med Health Sci.* 2022;4:253–9. doi: 10.1016/j.smhs.2022.09.002.

13. Shevchenko Yu.F., Gorelik S.G., Ilnitski A.N., Bokova N.A. Vascular wall stiffness and dynapenia / sarcopenia in elderly and senile women with arterial hypertension. *Current problems of health care and medical statistics.* 2022;1:232-253. doi: 10.24412/2312-2935-2022-1-237-258. (In Russian)

14. Terentyeva N.A., Galimova N.A., Bazdyrev E.D., Krivoschapova K.E., Tsygankova D.P., Ivanov S.V., Masenko V.L., Kokov A.N., Barbarash O.L. Risk factors for unfavorable prognosis in patients with coronary artery disease and age-related disorders undergoing coronary artery bypass grafting. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2022;11(4):13-24. doi: 10.17802/2306-1278-2022-11-4-13-24. (In Russian)

15. Choi Y.A., Lee J.S., Kim Y.H. Association between physical activity and dynapenia in older adults with COPD: a nationwide survey. *Sci Rep.* 2022;12:7480. doi: 10.1038/s41598-022-11504-1.

16. Ji Y., Li M., Chang M., Liu R., Qiu J., Wang K., Deng C., Shen Y., Zhu J., Wang W., Xu L., Sun H. Inflammation: roles in skeletal muscle atrophy. *Antioxidants (Basel)* 2022; 11: 1686. doi: 10.3390/antiox11091686.

17. Kishimoto. T., Onishi H., Tsubouchi H., Mizukami Y., Kubota M., Ikeda R., Konoshita N., Tanaka T., Kobayashi K., Hayashi H., Yamamura O. Association between upper limb muscle quality and knee osteoarthritis in dynapenia: an observational cross-sectional study. *J Clin Biochem Nutr.* 2024; 75(2): 145–152. doi: 10.3164/jcbs.24-58

18. Gungor O., Ulu S., Hasbal N.B., Anker S.D., Kalantar-Zadeh K. Effects of hormonal changes on sarcopenia in chronic kidney disease: where are we now and what can we do? *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2021;12:1380–92. doi: 10.1002/jcsm.12839

19. Gupta P., Kumar S. Sarcopenia and endocrine ageing: are they related? *Cureus.* 2022;14:e28787. doi: 10.7759/cureus.28787.

20. Diaz-Morales N., Rovira-Llopis S., Escribano-Lopez I., Bañuls C., Lopez-Domenech S., Falcón R., de Marañon A.M., Sola E., Jover A., Roldan I., Diez J.L., Rocha M., Hernández-Mijares A., Víctor V.M. Role of oxidative stress and mitochondrial dysfunction in skeletal muscle in type 2 diabetic patients. *Curr Pharm Des.* 2016;22:2650–6. doi: 10.2174/1381612822666160217142949

21. Chainy G.B.N., Sahoo D.K. Hormones and oxidative stress: an overview. *Free Radic Res.* 2020;54:1–26. doi: 10.1080/10715762.2019.1702656

22. Rezuş E., Burlui A., Cardoneanu A., Rezuş C., Codreanu C., Pârnu M., Rusu Zota G., Tamba B.I. Inactivity and skeletal muscle metabolism: a vicious cycle in old age. *Int J Mol Sci* 2020; 21:592. doi: 10.3390/ijms21020592.

23. Sandvik M.K., Watne L.O., Brugård A., Wang-Hansen M.S., Kersten H. Association between psychotropic drug use and handgrip strength in older hospitalized patients. *Eur Geriatr Med.* 2021;12:1213–20. doi: 10.1007/s41999-021-00511-6.

24. Treuil M., Mahmutovic M., Di Patrizio P., Nguyen-Thi P.L., Quilliot D. Assessment of dynapenia and undernutrition in primary care, a systematic screening study in community medicine. *Clin Nutr ESPEN.* 2023;57:561–8. doi: 10.1016/j.clnesp.2023.08.003.

Для цитирования: Шевченко Ю.Ф., Горелик С.Г., Ильницкий А.Н., Баздырев Е.Д., Курганская О.Н., Леликова К.Н., Маслов К.Г., Ничик Е.П., Воронина Е.А. Связь динапении с артериальной гипертензией у пациентов женского пола. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2025;14(2): 155-165. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-2-155-165

To cite: Shevchenko Yu.F., Gorelik S.G., Ilnitski A.N., Bazdyrev E.D., Kurganskaya O.N., Lelikova K.N., Maslov K.G., Nichik E.P., Voronina E.A. The relationship between dynapenia and arterial hypertension in female patients. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2025;14(2): 155-165. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-2-155-165