

Ю.Ф. Шевченко^{1, 2}, С.Г. Горелик^{1, 3}, К.И. Прощаев³, К.С. Багдасарян¹,
О.Н. Курганская¹, Я.А. Некрашевич¹, К.Г. Маслов¹, Д.С. Мамонтов⁴

МАРКЕРЫ ПОРАЖЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ САРКОПИИ

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 308015, Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: parkhots2012@yandex.ru; ² Ивнянская центральная районная больница, 309110, Белгородская обл., Ивнянский район, пос. Ивня, ул. Привольная, 1; ³ Научно-исследовательский медицинский центр «Геронтология», 125371, Москва, Волоколамское шоссе, 116, стр. 1, оф. 321; ⁴ РЖД-Медицина, 195272, Санкт-Петербург, пр. Мечникова, 27

Саркопения — это патологическое состояние, характеризующееся мышечной недостаточностью, ассоциированное с возрастом, при котором снижается мышечная масса и сила и, как следствие, снижается функциональный статус и качество жизни. В статье обсуждаются и представлены жесткость артериальной стенки и индекс отражения сосудистой стенки как маркеры поражения сердечно-сосудистой системы у женщин пожилого и старческого возраста с артериальной гипертензией, рассмотрено влияние маркеров поражения сердечно-сосудистой системы в развитии саркопии, представлен алгоритм диагностики саркопии для клинической практики.

Ключевые слова: жесткость сосудистой стенки, индекс отражения, кистевая динамометрия, саркопения, пожилой возраст, старческий возраст, артериальная гипертензия

Сердечно-сосудистая система предстает как один из этапов на множественных путях различных факторов риска, среди которых выступает и старение. Частота сердечно-сосудистых заболеваний возрастает по мере старения человека, тем самым усиливая прогрессирование инволютивных изменений. Так, ранняя диагностика сердечно-сосудистых заболеваний и гериатрических синдромов, их взаимосвязь на сегодняшний день становится все актуальнее. Выявление и лечение на начальных этапах изменений сосудистой стенки способствуют как улучшению здоровья населения, так и автономности и качества жизни нации. Это снижает зависимость от посторонней помощи, тем самым приводя к уменьшению экономических затрат государства как на лечение сердечно-сосудистых катастроф, так и на уход за пожилым больным [1, 2].

Множество предикторов сердечно-сосудистого риска запускает не только механизмы патогенеза сердечно-сосудистых осложнений через

воздействие на сосудистую стенку, но и механизмы развития гериатрических синдромов. Иначе говоря, маркерами субклинического поражения сосудов предстают показатели жесткостно-эластических свойств сосудистой стенки — жесткость артериальной стенки и индекс отражения [3, 4]. Основными функциями сосудистой стенки являются проведение и демпфирование. Проводящая функция заключается в доставке крови к периферическим тканям, соответствуя их потребностям. Демпфирующая функция, обеспечиваемая эластическими свойствами артерий, заключается в гашении колебаний давления крови, создаваемого сердцем. Демпфирование обеспечивает передачу относительно стабильного давления крови периферическим тканям [5].

По результатам клинических исследований, увеличение значений жесткости сосудистой стенки и индекса отражения являются ранними маркерами поражения сердечно-сосудистой системы. Так, в некоторых источниках приводятся доказательства связи между жесткостью артериальной стенки, индексом отражения, артериальной гипертензией (АГ), нарушением микроциркуляции и развитием гериатрических синдромов. Этот процесс обусловлен сложными патогенетическими механизмами, заключающимися в повреждении сосудистой стенки не только на фоне старения, но и на фоне длительного повышения АД. Однако, несмотря на известные теоретические предпосылки, данный патогенез недостаточно изучен, что указывает на актуальность проблемы и дает новые возможности при поиске методов диагностики, коррекции и лечения не только АГ, особенно в пожилом и старческом возрасте, но и гериатрического синдрома саркопии [6–8].

Одним из звеньев, влияющих на трансформацию сосудов и изменение жесткостно-эластических свойств артериальной стенки, является индекс жесткости (жесткость сосудистой стенки). Он отражает среднюю скорость распространения пульсовых волн по крупным резистентным сосудам, таким как аорта и ее ветви. Физиологический смысл индекса жесткости заключается в оценке скорости прохождения пульсовой волны от сердца до участка отражения [9, 10].

Под действием инволютивных изменений и на фоне длительного повышения АД происходит увеличение еще одного показателя жесткостно-эластических свойств сосудистой стенки — индекса отражения, который используют для оценки вклада отраженного компонента в пульсовую волну. Данный показатель несет ответственность за тонус мелких артерий [11].

Так, длительная АГ и старение изменяют жесткостно-эластические свойства сосудистой стенки, а именно повышают такие ее показатели, как жесткость сосудистой стенки и индекс отражения, что приводит к нарушению трофики тканей. Иначе говоря, в результате хронического механического и гипоксического воздействия нарушаются метаболические процессы в тканях, в том числе в мышечных, что ведет в свою очередь к развитию саркопении в результате снижения мышечной массы, силы и функции [12]. Запускается порочный круг: в результате снижения и потери мышечной силы и массы вместе с длительно текущими хроническими заболеваниями, приводящими к уменьшению физической активности пациента, появляется синдром гипомобильности, по результатам которого снижается нагрузка на мышцы, в процессе чего снижается их регенерация, приводящая к развитию саркопении [13–16].

Несмотря на изученность патогенеза АГ, на сегодняшний день недостаточно данных о взаимосвязи показателей жесткостно-эластических свойств сосудистой стенки, прогрессирования АГ и формирования гериатрических синдромов. Также не разработан алгоритм диагностики саркопении с предикторами сердечно-сосудистых заболеваний для клинической практики. На данном этапе развития системы здравоохранения в клинической практике при исследовании мышечной силы у пациентов не определяют степень повышения показателей жесткости сосудистой стенки и индекса отражения, что не позволяет на начальных этапах предупредить и скорректировать развитие гериатрических синдромов.

Цель исследования — изучение артериальной жесткости и индекса отражения сосудистой стенки как маркеров поражения сердечно-сосудистой системы при АГ, так и маркеров развития саркопении; разработка простого и доступного алгоритма диагностики саркопении в амбулаторной практике врача-гериатра.

Материалы и методы

Исследование проводили на базе Ивнянской центральной районной больницы в Курасовском центре общеврачебной практики (Ивня). В исследование были включены 148 женщин 45–89 лет, которые были разделены по возрасту на четыре группы: 1-я ($n=41$) — женщины среднего возраста 45–59 лет с АГ; 2-я ($n=47$) — женщины пожилого возраста 60–74 лет с АГ; 3-я ($n=30$) — женщины старческого возраста 75–89 лет с АГ; 4-я ($n=30$) — контрольная — женщины среднего возраста 45–59 лет без АГ. Рандомизация происходила по календарному возрасту. Данные представлены в табл. 1, 2.

Критерии включения: гипертоническая болезнь I–II стадии, АГ I–II степени, риск 2–3, ХСН 0–II, ФК 0–II. Критерии исключения: ОНМК и инфаркт миокарда в анамнезе, вторичные симптоматические АГ, АГ III стадии, нарушения ритма сердца, ХСН III–IV ФК по NYHA, ФВ <50%, сахарный диабет 1-го и 2-го типа, онкологические заболевания, ХОБЛ, легочная гипертензия, заболевания костно-мышечного аппарата верхних конечностей.

Пациенткам измеряли рост стоя ростомером медицинским «Рм-1» («Диакомс» № 28682-10, Россия); массу тела измеряли на напольных медицинских весах «ВМЭН-150», «ВМЭН-200» № 16605-15 (Россия) без обуви и верхней одежды; ИМТ вычисляли по формуле: масса тела (кг) ÷ показатель роста в квадрате (m^2). АД измеряли при помощи механического прибора для измерения АД «МТ-10», «МТ-20» № 15788-07 (США) согласно рекомендациям Комитета экспертов ВОЗ (1999). За 60 мин до измерения АД исключали прием алкоголя, кофеина, курение, физическую нагрузку.

Пульсовое АД (ПАД) рассчитывали по формуле: $ПАД = САД - ДАД$ (мм рт. ст.). ЧСС определяли с помощью медицинского пульсоксиметра «Armed», модель YX300 № 53583-13 (Китай).

Показатели жесткости сосудистой стенки и индекса отражения определяли при помощи осциллометрического метода на основе работы портативного прибора «АнгиоСкан-01П» (Россия), измерение проводили утром натощак, однократно.

Таблица 1

Клиническая характеристика обследованных групп

Показатель	1-я группа, n=41	2-я группа, n=47	3-я группа, n=30	4-я группа, n=30
Возраст, лет	51,85±0,65	64,09±0,57	81,07±0,66	47,97±0,79
Рост, см	161,88±0,79	160,53±0,78	160,97±1	160,6±0,96
Масса тела, кг	83,29±2,94	84,64±2,67	73,6±3,05	77,13±2,46
ИМТ, кг/м ²	31,73±1,04	32,84±1,03	28,4±1,19	29,9±0,85

Таблица 2

Показатели гемодинамики у обследованных групп

Показатель	1-я группа, n=41	2-я группа, n=47	3-я группа, n=30	4-я группа, n=30	p
САД, мм рт. ст.	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.	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.	54,5±0,85	54,9±0,67	58,03±1,6	47,6±1,24	$p_{1-4}<0,0001$
ЧСС, уд/мин	76,3±1,99	76,8±1,69	75,2±2,1	80,7±1,99	–

Таблица 3

Показатели жесткостно-эластических свойств артерий у пациенток среднего возраста с артериальной гипертензией и у лиц среднего возраста без нее

Показатель, %	Пациентки среднего возраста		P ₁₋₂
	без артериальной гипертензии, n=30	с артериальной гипертензией, n=41	
Жесткость сосудов	7,01±0,06	7,57±0,08	0
Индекс отражения	30,41±1,74	36,18±2,12	<0,05

Силу сжатия кистей определяли при помощи кистевого динамометра «Силач» ДМЭР-120 (Россия). Исследование проводили 3 раза на каждой руке; для заключения использовали самый высокий показатель сжатия (в деканьютонах; сила 1 даН соизмерима весу 1 кг).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программы Excel 2016, где рассчитывали средние величины (M), средние ошибки средних арифметических (m), t-критерий Стьюдента. Вероятность различия принимали статистически значимой по критерию Стьюдента при $p<0,05$.

Результаты и обсуждение

В результате контурного анализа жесткости сосудистой стенки и индекса отражения у 1-й группы женщин среднего возраста с АГ и контрольной группы женщин данного возраста с нормальным уровнем АД были получены статистически значимые различия (табл. 3): среднее значение жесткости артериальной стенки у 1-й группы женщин на 100% выше, чем у контрольной группы ($p_{1-2}=0$); среднее значение индекса отражения у 1-й группы женщин на 16% выше показателей у контрольной группы ($p_{1-2}<0,05$).

При анализе показателей, полученных при помощи осциллометрического метода, было выявлено, что у обследуемых групп женщин с АГ жест-

кость сосудистой стенки и индекс отражения выше, чем у контрольной группы того же возраста с нормальным уровнем АД.

Таким образом, АГ способствует изменению жесткостно-эластических свойств артериальных сосудов, что указывает на значимость определения выраженности индекса отражения и жесткости артериальной стенки для интерпретации функционального состояния организма, его сердечно-сосудистой системы как маркеров поражения сердечно-сосудистой системы.

Сравнительный анализ жесткости сосудистой стенки у пациенток разного возраста показал, что с возрастом у больных АГ данный показатель увеличивается (табл. 4). У женщин старческого возраста с АГ среднее значение жесткости сосудистой стенки на 9% выше, чем у женщин среднего

($p_{1-3} < 0,001$) и пожилого ($p_{2-3} < 0,001$) возраста с АГ.

Индекс отражения продемонстрировал, что сопряженность АГ с изменениями сосудистой стенки способствует ускорению инволютивных процессов и приводит к значимым структурным и функциональным трансформациям мелких артериальных сосудов. Так, у 2-й группы женщин пожилого возраста с АГ среднее значение индекса отражения на 17% выше, чем в 1-й группе женщин ($p_{1-2} < 0,05$).

В результате кистевой динамометрии у обследованных групп женщин выявлены следующие различия в силе сжатия (табл. 5).

Хроническое повышение АД с увеличением инволютивных изменений в артериальном русле приводит к снижению трофики в мышечных тканях, что в свою очередь запускает механизм по уменьшению мышечной силы и развитию саркопении. В ходе кистевой динамометрии у 3-й группы женщин старческого возраста с АГ были выявлены следующие значения: сила сжатия правой рукой (работающей) была на 50% ниже, чем таковая у 1-й группы женщин среднего возраста с АГ, и на 34% ниже, чем у 2-й группы женщин пожилого возраста с АГ ($p_{2-3} < 0,000001$).

Значения левой кисти, где трофические изменения более выражены в результате снижения нагрузки на нее, распределились следующим образом: у 1-й группы женщин сила сжатия была на 24% выше, чем у 2-й группы женщин, и на 60% выше, чем сила сжатия у 3-й группы женщин ($p_{1-3} < 0,000001$).

В результате вышеизложенного формируется патогенез развития порочного круга саркопении с предикторами поражения сердечно-сосудистой системы (рис. 1).

Таким образом, с возрастом у лиц с длительным повышением АД из-за стойкого механического и гипоксического действия высокого АД на артериальную стенку сосудов наблюдается ремоделирование сосудов с изменением жесткостно-эластических свойств артерий, приводящих как к снижению физиологического резерва стареющего организма, так и к увеличению его уязвимости к различным факторам и появлению саркопении, которая в свою очередь влияет на качество жизни.

Как следствие проведенного исследования, разработан простой и доступный в своем использовании в амбулаторной практике алгоритм диагностики саркопении, позволяющий ее проводить не покидая кабинет врача-гериатра (рис. 2).

Заключение

Повреждение сосудистой стенки является одним из этапов патогенеза как сердечно-сосудистого, так и геронтологического континуума. Артериальная гипертензия и саркопения предстают не только в роли самых распространенных заболеваний пожилого человека, но и являются одними из наиболее неблагоприятных заболеваний из-за смертельно опасных осложнений. Ремоделирование сосудов и изменение их структурно-функциональных свойств зачастую появляются до клинических симптомов, поэтому изучение и оценка функций

Таблица 4

Показатели жесткостно-эластических свойств артерий у пациенток с артериальной гипертензией

Показатель, %	1-я группа, n=41	2-я группа, n=47	3-я группа, n=30	p
Жесткость сосудов	7,57±0,08	7,57±0,12	8,29±0,17	$p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,001$
Индекс отражения	36,18±2,12	43,77±2,57	43,4±4,49	$p_{1-2} < 0,05$

Таблица 5

Функциональные показатели кистевой динамометрии у обследованных женщин с артериальной гипертензией

Сила сжатия, даН	1-я группа, n=41	2-я группа, n=47	3-я группа, n=30	p
Правая рука	29,81±0,67	22,45±0,81	14,9±0,93	$p_{1-2} < 0,000001$ $p_{1-3} < 0,000001$ $p_{2-3} < 0,000001$
Левая рука	27,49±0,75	20,79±0,88	11,2±0,9	$p_{1-2} < 0,000001$ $p_{1-3} < 0,000001$ $p_{2-3} < 0,000001$



Здесь и на рис. 2: SI — жесткость сосудов; RI — индекс отражения

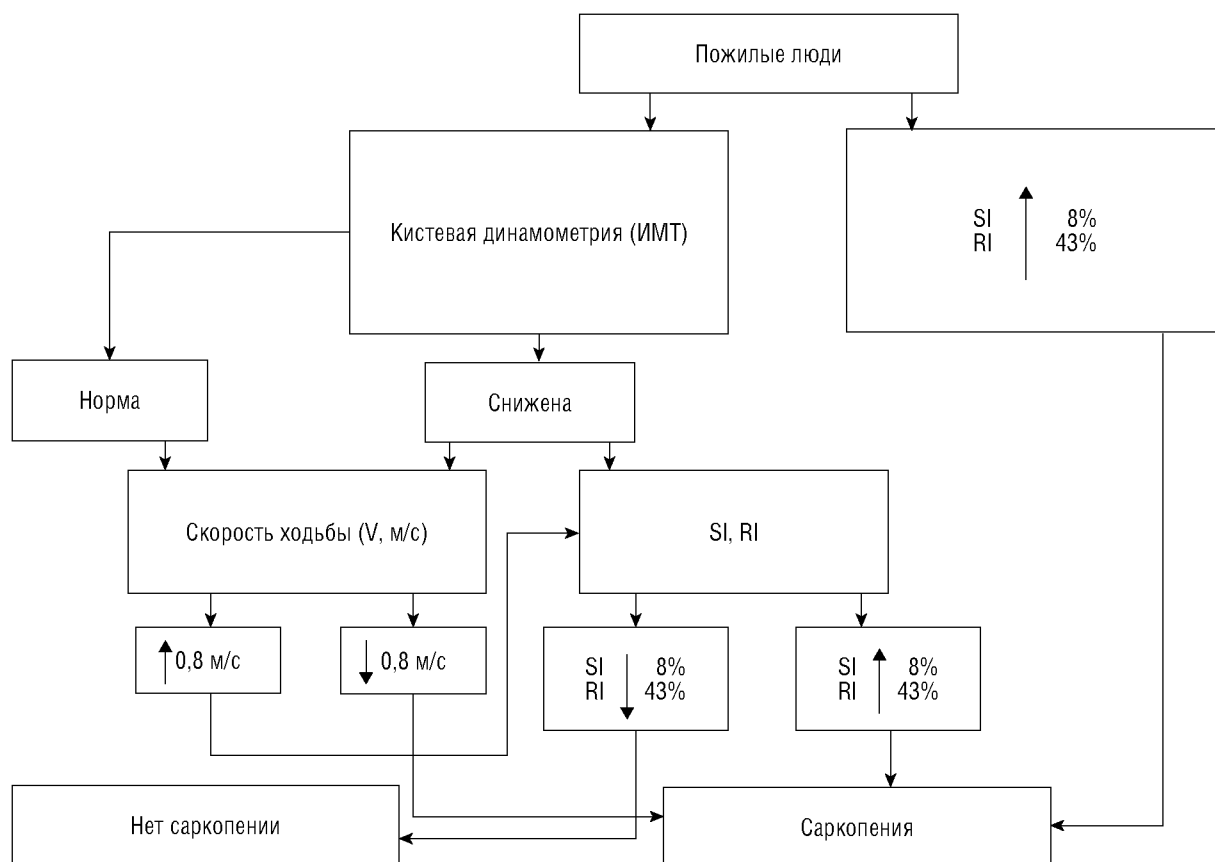


Рис. 2. Алгоритм диагностики саркопении для клинической практики

сосудистой стенки имеет не только диагностическое, но и прогностическое значение.

В результате вышеизложенного, жесткость артериальной стенки и индекс отражения рассматриваются не только как ранние предикторы сердечно-сосудистого континуума, но и как маркеры развития саркопении. Данные, выявленные при помощи осциллометрического метода, позволяют диагностировать поражение артерий разного калибра на доклинической стадии, выявить группы пациентов с высоким сердечно-сосудистым риском и оценить его степень, а также выявить пациентов с гериатрическими синдромами, что позволит создать методы профилактики и коррекции в моделировании артериального русла. Таким образом, в результате воздействия на одно из звеньев патогенеза артериальной гипертензии, в процессе произойдет сдвиг звеньев порочного круга развития саркопении, что позволит прервать как его, так и развитие сердечно-сосудистого и геронтологического континуумов.

Полученные результаты следует использовать для диагностики и профилактики саркопении. Поэтому дальнейшее исследование жесткостно-эластических свойств сосудистой стенки — не только как ранних маркеров поражения сердечно-сосудистой системы, но и как маркеров развития саркопении — даст возможность до клинических проявлений заподозрить и предупредить развитие потери массы и силы скелетных мышц. Это в свою очередь ведет к формированию у пожилых больных синдрома гипомобильности, зависимости от посторонней помощи, снижению автономности и, тем самым, качества жизни.

В результате контурного анализа данных, полученных путем осциллометрического метода, установлено повышение жесткости артериальной стенки и индекса отражения, что говорит о повреждении сосудистой стенки у лиц пожилого и старческого возраста с артериальной гипертензией.

Жесткость сосудистой стенки и индекс отражения у лиц с артериальной гипертензией превышают соответствующие показатели у лиц с нормальным уровнем АД, доказывая их значение в патогенезе трансформации сосудистой стенки, развитии сердечно-сосудистого и геронтологического континуума.

Конфликт интересов отсутствует.

Литература

1. Бакшеев В.И., Коломоец Н.М., Шкловский Б.Л. Гипертоническая болезнь и ишемическая болезнь сердца — проблема врача и пациента. М.: БИНОМ, 2015. С. 488.
2. Богат С.В., Паулаускас А.В. Саркопения как гериатрический синдром // Соврем. пробл. здравоохран. и мед. статистики. 2015. № 1. С. 53–57.
3. Васина Л.В., Петрищев Н.Н., Власов Т.Д. Эндотелиальная дисфункция и ее основные маркеры // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2017. Т. 1, № 16. С. 4–15.
4. Васюк Ю.А., Иванова С.В., Школьник Е.Л. и др. Согласно мнению российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике // Кардиоваскулярная тер. и проф. 2016. Т. 2, № 15. С. 4–19.
5. Горелик С.Г., Ильницкий А.Н., Прощаев К.И. и др. Опросник и шкалы в геронтологии и гериатрии // Геронтология. 2010. Т. 1, № 9. С. 20–22.
6. Горелик С.Г., Шевченко Ю.Ф., Малютин Е.С. и др. Патогенетическое значение индекса жесткости и индекса аугментации при артериальной гипертензии в развитии сердечно-сосудистой патологии и гериатрических синдромов у женщин пожилого и старческого возраста // Соврем. пробл. здравоохран. и мед. статистики. 2021. № 2. С. 27–43.
7. Горшунова Н.К., Шевченко Ю.Ф. Патогенетическое значение маркеров субклинического воспаления и апоптоза при эссенциальной артериальной гипертензии у женщин пожилого возраста // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2020. Т. 1, № 19. С. 47–52.
8. Григорьева И.И., Раскина Т.А., Летаева М.В. и др. Саркопения: особенности патогенеза и диагностики // Фундаментальная и клин. мед. 2019. Т. 4, № 4. С. 105–116.
9. Кадырова Д.А., Сафохонов Ф.Д., Эшонкулова Г.А., Ганиева Ф.С. Особенности течения артериальной гипертензии у женщин среднего и пожилого возраста // Здравоохран. Таджикистана. 2014. Т. 320, № 1. С. 73–76.
10. Миллягин В.А., Комиссаров В.Б. Современные методы определения жесткости сосудов // Артериальная гипертензия. 2010. Т. 2, № 16. С. 134–141.
11. Остроумова О.Д., Кочетков А.И., Копченков И.И. Жесткость сосудистой стенки у пациентов с артериальной гипертензией // Системные гипертензии. 2015. Т. 2, № 12. С. 43–48.
12. Павленко Е.В., Горелик С.Г., Барabanщиков А.А., Карцева Е.В. Полипрагмазия в пожилом и старческом возрасте // В сб.: Актуальные вопросы совершенствования медицинской помощи и профессионального медицинского образования: Тезисы V Междисциплинарного медицинского форума с междунар. участием. М., 2020. С. 101–102.
13. Парфенов А.С. Ранняя диагностика сердечно-сосудистых заболеваний с использованием аппаратно-программного комплекса «Ангиоскан-01» // Поликлиника. 2012. Т. 1, № 2. С. 70–74.
14. Рябиков А.Н., Малютин С.К., Иванов С.В. Жесткость артериальной стенки и отражение пульсовой волны: связь с установленными и обсуждаемыми детерминантами сердечно-сосудистых заболеваний // В сб.: XIV Российский национальный конгресс «Человек и лекарство»: Материалы симпозиума. М., 2007. С. 15–30.
15. Скрипаль А.В., Бахметьев А.С., Бриленок Н.Б. и др. Индекс отражения пульсовой волны у юных спортсменов // Физика. 2020. Т. 2, № 20. С. 125–133.
16. Шевченко Ю.Ф., Горшунова Н.К. Состояние сосудистой стенки артерий разного калибра у больных артериальной гипертензией при старении // Междисциплинарный студенческий науч. вестн. 2020. Т. 12, № 5. С. 9–13.

Поступила в редакцию 11.06.2024

После доработки 11.06.2024

Принята к публикации 28.06.2024

Yu.F. Shevchenko^{1, 2}, *S.G. Gorelik*^{1, 3}, *K.I. Praschayeu*³, *K.S. Bagdasaryan*¹,
*O.N. Kurganskaya*¹, *Ya.A. Nekrashevich*¹, *K.G. Maslov*¹, *D.S. Mamontov*⁴

**MARKERS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM DAMAGE AS ADDITIONAL CRITERIA
FOR THE DIAGNOSIS OF SARCOPENIA**

¹ Belgorod State National Research University, 85 Pobedy str., Belgorod 308015,
e-mail: parkhots2012@yandex.ru; ² Ivnya central district hospital, 1 Privolnaya str., Ivnya 309110,
Ivnya district, Belgorod region; ³ Scientific Research Medical Center «Gerontology», office 321,
building 1, 116 Volokolamsk highway, Moscow 125371; ⁴ Clinical Hospital RZD-Medicine,
27 Mechnikova str., St. Petersburg 195272

Sarcopenia is a pathological condition characterized by muscle failure associated with age, in which muscle mass and strength decrease and, as a result, functional status and quality of life decrease. The article discusses and presents the stiffness of the arterial wall and the vascular wall reflection index as markers of damage to the cardiovascular system in elderly and senile women with arterial hypertension; the influence of markers of damage to the cardiovascular system in the development of sarcopenia is considered; an algorithm for the diagnosis of sarcopenia for clinical practice is presented.

Key words: *vascular wall stiffness, reflection index, carpal dynamometry, sarcopenia, old age, senile age, arterial hypertension*