

УДК 616.1-053.9:614.2

DOI 10.17802/2306-1278-2026-15-1-131-143

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ КАРДИОГЕРОНТОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

О.Л. Барбараш¹, Е.Д. Баздырев¹, Б.С. Воронин², Е.А. Воронина³

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», бульвар имени академика Л.С. Барбараша, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002; ² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет», ул. Ворошилова, 22А, Кемерово, Российская Федерация, 650056; ³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», улица Красная, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650000

Основные положения

- В представленной публикации освещаются вопросы увеличения продолжительности жизни, патофизиологические изменения сердечно-сосудистой системы, ассоциированные с возрастом и аспекты оказания кардиогеронтологической помощи пожилым пациентам.

Резюме

Процесс старения неизбежен, и возраст-ассоциированные изменения сердечно-сосудистой системы начинают проявляться еще в молодости, постепенно затрагивая практически все органы и системы. Глубокое понимание механизмов старения чрезвычайно важно для разработки эффективных мер профилактики и лечения, особенно среди тех категорий населения, чей риск развития сердечно-сосудистых заболеваний существенно повышен. Именно сердечно-сосудистые заболевания продолжают оставаться главной причиной смертности среди пожилых пациентов. Однако у представителей пожилого возраста возникают дополнительные клинические проблемы, такие как поли- и мультиморбидность, «хрупкость», ухудшение когнитивных функций и проблема полипрагмазии, которые выходят за рамки традиционных протоколов оказания медицинской помощи. Все перечисленные факторы находятся в тесной взаимосвязи друг с другом, создавая сложную картину, которая требует совершенно иного подхода к организации кардиологической помощи пожилым пациентам. Следует отметить, что отдельное направление медицинской науки – кардиогеронтология – пока официально не выделено, хотя оно направлено именно на разработку правильной стратегии ведения пациентов преклонного возраста, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями или находящихся в группе повышенного риска их развития. Этот раздел медицины основывается на принципах, как классической кардиологии, так и гериатрии, стремясь обеспечить индивидуальный подход к каждому пациенту и повысить общий прогноз течения заболеваний. Рассматриваемая публикация посвящена различным аспектам старения, в частности значительному росту средней продолжительности жизни современного человека, основным патофизиологическим изменениям, происходящим в сердечно-сосудистой системе с течением времени, а также вопросам, касающимся перспектив дальнейшего развития кардиогеронтологии как самостоятельной дисциплины.

Ключевые слова

Кардиогеронтология • Геронтология • Кардиология • Сердечно-сосудистые заболевания • Продолжительность жизни • Пожилой возраст • Пожилой пациент

Поступила в редакцию: 02.02.2026; принята к печати: 15.02.2026

Для корреспонденции: Евгений Дмитриевич Баздырев, edb624@mail.ru; адрес: бульвар имени академика Л.С. Барбараша, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Corresponding author: Evgeny D. Bazdyrev, edb624@mail.ru; address: 6, academician Barbarash blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

CURRENT LANDSCAPE OF GERIATRIC CARDIOLOGY: CHALLENGES AND SOLUTIONS

O.L. Barbarash¹, E.D. Bazdyrev¹, B.S. Voronin², E.A. Voronina³

¹ Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", 6, academician Barbarash blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002; ² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kemerovo State Medical University", Voroshilova St., 22A, Kemerovo, Russian Federation, 650056; ³ Kemerovo State University, Krasnaya St., 6, Kemerovo, Russian Federation, 650000

Highlights

- The presented article highlights the issues of increasing life expectancy, pathophysiological changes in the cardiovascular system associated with age, and aspects of cardiac care for elderly patients.

Abstract

Aging is an inevitable part of life, and age-associated changes in the cardiovascular system begin to manifest themselves in youth, gradually affecting almost all organs and systems. A deep understanding of the mechanisms of aging is extremely important for the development of effective prevention and treatment measures, especially among populations at high risk of developing cardiovascular diseases. It is cardiovascular diseases that remain the main cause of death among elderly patients. However, the elderly face additional health problems, such as poly- and multimorbidity, frailty, cognitive impairment, and polypharmacy, which go beyond the traditional protocols of medical care. All of these factors are closely related to each other, creating a complex picture that requires a completely different approach to the organization of cardiac care for elderly patients. It should be noted that geriatric cardiology has not been officially designated as a field of medical science, although it is aimed specifically at developing the right management strategy for elderly patients suffering from cardiovascular diseases or at high risk of developing them. This branch of medicine is based on the principles of both classical cardiology and geriatrics, striving to provide a patient-based approach to each patient and improve the overall prognosis of the course of diseases. This article is devoted to various aspects of aging, in particular, the significant increase in the average life expectancy of modern patients, the main pathophysiological changes occurring in the cardiovascular system over time, as well as the prospects for further development of geriatric cardiology as an independent discipline.

Keywords

Geriatric cardiology • Geriatrics • Cardiology • Cardiovascular diseases • Life expectancy • Elderly age • Elderly patient

Received: 02.02.2026; accepted: 15.02.2026

Список сокращений

NO – оксид азота	РААС – ренин-ангиотензин-альдостероновая система
АД – артериальное давление	ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания
БСК – болезни системы кровообращения	ССС – сердечно-сосудистая система
ГМК – гладкомышечные клетки	ЭК – эндотелиальные клетки
ЛЖ – левый желудочек	

Продолжительности жизни – индикатор общественного благополучия

Повышение средней продолжительности жизни является одним из важнейших результатов прогресса человеческого сообщества. Благодаря достижениям в социальной сфере, экономике и здравоохранении заметно снизилась смертность, особенно среди старшего поколения, что позволило большинству людей доживать дольше 60 лет. Параллельно этому увеличение уровня урбаниза-

ции, доступность высшего образования и развитие служб планирования семьи стали причиной уменьшения размеров семей и снижения рождаемости, вследствие чего количество детей сократилось. Как следствие, доля людей старше 60 лет растет гораздо быстрее, чем численность молодежи, вызывая процесс старения населения. Такой значительный демографический сдвиг несет одновременно возможности для полного раскрытия человеческих способностей, связанных с увеличением длитель-

ности жизни, и ставит перед обществом новые проблемы, требующие изменений практически во всех сферах жизнедеятельности. Согласно данным ВОЗ¹ на 2024 г., средняя продолжительность жизни в мире достигла отметки в 73,3 года, увеличившись на 8,4 года по сравнению с уровнем 1995 г. Ожидается, что общее число пожилых людей в возрасте 60 лет и старше вырастет с 1,1 млрд в 2023 г. до 1,4 млрд к 2030 г., причем этот рост проявляется особенно ярко именно в развивающихся странах.

В результате, быстрое старение населения мира является основной глобальной демографической тенденцией. По оценкам Бюро переписи населения США и Национального центра статистики здравоохранения², к 2040 г. около 80,8 млн жителей Америки достигнут возраста 65 лет и старше, что составит приблизительно 21,6% от общего населения страны. Среди них число людей, перешагнувших рубеж 85-летия, возрастёт до 14,4 млн, что превышает аналогичный показатель 2017 г. (6,5 млн) более, чем вдвое. Подобная ситуация наблюдается и в европейских государствах: согласно прогнозам, к 2060 г. доля пожилых людей старше 65 лет достигнет 28% европейского населения [1]. Китай, самая населённая страна планеты, столкнется с аналогичной тенденцией: к 2050 г. там будет проживать порядка 400 млн граждан старше 65 лет, что составит около 26,9% от общей численности населения. Из них около 150 млн перейдут порог 80-летнего возраста [2]. Министр здравоохранения России Михаил Мурашко сообщил изданию NEWS.ru, что в 2025 г. число россиян старше 60 лет превысит отметку в 35,6 миллиона человек, что составляет около 24,4% всего населения страны. Прогнозируется, что к 2030 г. эта категория граждан займет долю в 25,4%, а к 2046 г. каждый третий россиянин (около 30,4%) будет находиться в данной возрастной категории.

Эти изменения оказывают значительное влияние на общественное здравоохранение. Для поддержания активности и автономии в зрелые годы важны меры профилактики болезней и укрепления здоровья на протяжении всей жизни. Своевременная диагностика и лечение позволяют минимизировать риски возникновения серьезных заболеваний и расстройств, таких как болезни сердца, инсульты, онкологию и многие хронические неинфекционные заболевания. ВОЗ совместно с правительствами стран, структурами ООН инициировали программу «Десятилетие здорового старения» (2021–2030 гг.), направив свою деятельность на четыре ключевые цели: преодоление возрастной дискриминации, создание условий, удобных для пожилых, интеграцию специализированной медицинской помощи для старшего поколения и организацию долговре-

менного ухода. Чтобы эффективно бороться с дискриминацией по возрастному признаку (эйджизмом), общество должно кардинально пересмотреть отношение к старости и пожилым гражданам. Благоприятная среда поддерживает достоинство и качество жизни пожилых, адаптируя социальные структуры таким образом, чтобы улучшалось их самочувствие. Комплексный подход к медицинскому обслуживанию обеспечивает удовлетворение индивидуальных потребностей пожилых людей, учитывая физическую, психологическую и социальную составляющие их благополучия. А система длительного ухода важна для тех, кому необходим постоянный присмотр и поддержка, гарантирующая достойное качество жизни. Эти приоритеты ВОЗ направлены на улучшение положения пожилых людей, позволяющее им оставаться активными участниками общественных процессов и вести полноценную жизнь.

Поскольку мировое население стремительно стареет, ожидается, что число людей в возрасте 65 лет и старше удвоится к 2050 г., достигнув примерно 1,4 миллиарда человек, параллельно с ростом числа хронических заболеваний [3]. Наиболее распространенной причиной смерти среди пожилых остается болезнь системы кровообращения (БСК), однако они сталкиваются с такими дополнительными проблемами, как множественность сопутствующих заболеваний (мульти- и полиморбидность), астения, ухудшение памяти и чрезмерное употребление лекарств (полипрагмазия), что усложняет стандартные подходы к лечению сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Комплексное взаимодействие указанных факторов диктует потребность в специализированных и комплексных методиках оказания кардиологической помощи пожилым пациентам и вероятно выделения специальности кардиогеронтолога (кардиогериатра).

Первое упоминание о кардиогеронтологии было в 1997 г. W.W. Parmley на страницах журнала *Am Coll Cardiol*. Автор рассуждал о том, что занимаемся ли мы кардиогериатрией и приходит к заключению о том, что мы делаем это, потому что заботимся об этой группе населения, с другой - нет, потому что недостаточно подготовлены к уходу за пожилыми людьми. И даже спустя 10 лет J.T. Dove и соавторы, утверждают, что медицинское сообщество все еще не готово к данному виду оказания помощи у пожилых ввиду отсутствия квалифицированных медицинских специалистов в этой области [4]. Какова ситуация в настоящее время? Бесспорно, за 30 лет совершен большой прорыв в данной области. В настоящее время медицинская помощь пожилым людям с БСК существенно отличается от принципов оказания помощи в прошлом столетии [5]. Вспом-

¹ ВОЗ Старение мирового населения <https://www.who.int/ru/news-room/questions-and-answers/item/population-ageing>

² Administration for Community Living, 2019. 2018 profile of older Americans U.S. Department of Health and Human Services.

эластичности ткани, проявляющаяся диастолической дисфункцией, развитием интерстициальной фиброза и изменением структуры стенок сосудов, то есть ремоделированием [9]. Нарастающее количество исследований подтверждает сложную связь между старением клеток ССС и патологическими процессами, ведущими к возникновению и прогрессированию таких серьезных состояний, как атеросклероз, артериальная жесткость, аневризматическое изменение аорты, миокардиальный фиброз и хроническая сердечная недостаточность [10, 11].

Микроокружение старения сердца формируется резидентными клетками ССС совместно с иммунными клетками. К таким резидентным клеткам относятся кардиомиоциты, эндотелиальные клетки (ЭК), гладкомышечные клетки (ГМК) сосудов и фибробласты, которые подвержены процессу старения, что способствует ускорению структурных изменений и функциональных нарушений сердечной мышцы. Стареющая иммунная среда представлена моноцитами/макрофагами, дендритными клетками и Т-лимфоцитами, оказывая влияние на тканевый гомеостаз путем модуляции воспалительного процесса. Комплексное взаимодействие всех этих типов клеток формирует микроокружение, определяющее устойчивость сердца и динамику его старения [10].

ЭК образуют активный однослойный покров, выстилающий внутреннюю оболочку кровеносных сосудов и всю сосудистую систему. Их роль заключается не только в формировании сосудистого барьера, обеспечивающего непрерывность кровотока, но и в контроле сосудистого тонуса и АД благодаря продукции вазоактивных веществ и ростовых факторов [12]. Однако эндотелий крайне чувствителен к повреждениям, поскольку находится непосредственно между током крови и относительно плотными тканевыми структурами, подвергаясь постоянным неблагоприятным воздействиям, вызванным гемодинамическим давлением, циркуляционными факторами, воздействием патогенных стимулов и прочими негативными влияниями. Повреждение эндотелия ведет к активному старению клеток, нарушению способности к вазодилатации и появлению признаков эндотелиальной дисфункции.

Сегодня имеется достаточно доказательств того, что состояние эндотелия служит важным показателем воздействия факторов риска развития ССЗ, частота которых возрастает с увеличением возраста. Одной из характерных особенностей является возникновение эндотелиальной дисфункции, выступающей одним из ранних маркеров атеросклеротического поражения сосудов [13, 14].

Воздействие старения на сосудистую систему выражается в появлении определенных фенотипических изменений, среди которых важное значение имеет снижение эндотелий-зависимого расшире-

ния сосудов вследствие уменьшения биодоступности оксида азота (NO) в пожилом возрасте [13], усиленный оксидативный стресс и воспалительные реакции в сосудах [10]. Ускоренное старение ЭК провоцируется метаболическими нарушениями, такими как гиперурикемия или нарушения в функционировании ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС) [15].

Измененные с возрастом ЭК обнаруживаются в тканях сердца у пациентов с атеросклерозом, хронической сердечной недостаточностью и аневризмами [10]. Помимо прочего, старение ЭК способствует тромбообразованию за счет увеличения выработки ингибитора активатора плазминогена-1 [10]. ССЗ, характерные для старших возрастов, такие как сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса, имеют тесную связь со старением ЭК и появлением фиброза миокарда [16]. Возраст также увеличивает риск возникновения фибрилляции предсердий, дебют которой, как правило, связан со старением ЭК и фибробластов [17]. Нарушение экспрессии белка eNOS и отклонения в работе микроРНК сопровождаются ухудшением функций ЭК [18]. Наконец, ангиотензин II способен инициировать преждевременное старение эндотелиальных клеток, стимулируя выработку свободных радикалов, усиление воспаления, перестройку внеклеточного матрикса и ухудшение сосудистого тонуса через рецептор AT1R [10].

Следует подчеркнуть, что ГМК сосудов играют ключевую роль в поддержании нормального сосудистого тонуса и стабилизации уровня АД. По мере старения этих клеток повышается жесткость артерий и усиливается их кальцификация, что снижает эластичность крупных сосудов и нарушает способность эффективно накапливать кровь, становясь основной причиной гипертонии и фактором риска развития сердечной недостаточности [10].

Кроме того, старение ГМК активно участвует в развитии атеросклеротических поражений [19], играет важную роль в образовании аневризм аорты [20], способствует формированию легочной гипертензии [21] и вовлечено в формирование нового слоя интимы с выраженным фиброзом [22].

Аорта самая крупная артерия человека, состоящий из ГМК, ЭК и элементов соединительной ткани. Ее задача – распределять обогащенную кислородом кровь ко всем внутренним органам и тканям, выступая одновременно в роли упругого буферного резервуара, расположенного сразу за сердцем. Во время сокращения левого желудочка (ЛЖ) (систола) аорта расширяется, принимая выбрасываемую кровь, а после закрывания аортального клапана постепенно сужается обратно, восстанавливая свою форму. Аортальный клапан оказывает амортизационный эффект, предотвращая обратное поступление крови в ЛЖ и создавая условия для стабильного

снабжения коронарных артерий, обеспечивая почти постоянный приток крови к периферическим отделам организма. Эффект виндкесселя (Windkessel effect), присущий аорте, зависит от ее эластичности и обеспечивается преимущественно интрамуральным аортальным эластином [23], организованным в виде последовательных слоев (эластичные пластины), волокон между ними и массивных радиально ориентированных эластиновых нитей [24]. Основная масса взрослого эластичного материала аорты образуется в период новорожденности и растягивается по мере роста самого сосуда, создавая необходимое напряжение и облегчая выполнение эффекта виндкесселя. Число эластичных пластин и общее содержание эластина в стенке аорты прямо влияет на ее эластичность и определяет эффективность функционирования виндкесселя [24].

Возрастные изменения, постоянное механическое воздействие, ферментативное расщепление и прочие патологические процессы вызывают разрушение и фрагментацию эластичных пластин и волокон аорты. Это сопровождается усилением синтеза и перекрестного связывания коллагена, накоплением протеогликанов и гликозаминогликанов, что приводит к увеличению жесткости аорты и ослаблению ее виндкессель-функции [25].

Согласно исследованию Jadidi M и коллег, увеличение жесткости стенки аорты требует большего усилия со стороны ЛЖ для наполнения половины своего ударного объема, что повышает систолическое АД, скорость распространения пульсовой волны и нагрузку на ЛЖ. Эти изменения могут приводить к утолщению стенок (гипертрофию) ЛЖ, развитию фиброза и изменениям диастолической функции, что в долгосрочной перспективе способно вызвать сокращение насосной функции сердца и развитие кардиомиопатии. Ниже уровня сердца повышенная жесткость аорты усугубляет передачу избыточной пульсации на периферические участки сосудистой сети, что негативно сказывается на характеристиках кровотока в критически значимых органах с интенсивным кровообращением, таких как головной мозг и почки. Вероятно, именно этот фактор способствует развитию когнитивных расстройств и ряда заболеваний почек [24].

Еще одной важной стороной возрастных изменений ССС является гормональный дисбаланс, связанный с процессом эндокринного старения. Научные исследования подтверждают, что снижение уровней половых гормонов (таких как эстроген и тестостерон), гормона роста и тиреоидных гормонов тесно ассоциированы с функциональными нарушениями ССС, повышением жесткости сосудов, ростом воспалительных процессов и структурными изменениями миокарда. Половые различия оказывают значительное влияние на весь спектр ССС. Так, женщины демонстрируют относитель-

ную защиту ССС до наступления менопаузы, однако после нее риски резко увеличиваются. Мужчины же сталкиваются с большим риском сосудистых проблем из-за снижения уровня мужских половых гормонов, начинающегося уже в среднем возрасте. Эти наблюдения подчеркивают важность связи между эндокринным старением и полом в процессах сердечно-сосудистого старения.

Многочисленные научные работы свидетельствуют, что эстроген обладает множеством защитных свойств для ССС, включающими вазодилатацию, поддержание нормальной функции эндотелия, улучшение липидного профиля, подавление воспаления и противодействие окислительному стрессу [26]. Основным механизмом действия эстрогена реализуется через ядерные рецепторы и мембранные рецепторы, причем гормон оперативно активизирует экспрессию eNOS, повышая быструю продукцию NO в ЭК [10]. NO выступает ключевым вазодилатирующим веществом, способствующим расширению сосудов, улучшению эндотелиальной функции и предупреждая развитие атеросклероза. Недостаточная продукция NO, наоборот, снижает защитные свойства сосудов и стимулирует воспаление. Эстроген проявляет благотворное воздействие на регуляцию липидного обмена. Действуя через эстрагеновые рецепторы, эстроген реализует свое влияние на липидный обмен двумя путями: геномным и негеномным. Он стимулирует производство липопротеинов высокой плотности, подавляя активность фермента печени - печеночной липазы, и одновременно увеличивает клиренс липопротеинов низкой плотности, повышая экспрессию соответствующих рецепторов. После наступления менопаузы снижение концентрации эстрогена, сопровождаемое относительным возрастанием уровня андрогенов, может нарушать нормальный липидный баланс, увеличивая вероятность развития атеросклероза [27, 28]. Помимо этого, эстроген защищает сосуды несколькими способами, включая антиоксидантное действие, стимуляцию образования NO и торможение воспалительных сигналов [29, 30].

Что касается влияния андрогенов на ССС, то мнения исследователей расходятся. Тем не менее многие исследования указывают на защитный эффект повышенного уровня тестостерона. Ранние клинические исследования демонстрировали большую частоту гипертонии и ишемической болезни сердца у мужчин по сравнению с женщинами репродуктивного возраста, предполагая потенциальный отрицательный эффект андрогенов на здоровье сердца и сосудов [31]. Но современные клинические и лабораторные эксперименты опровергли это представление, показывая позитивное влияние андрогенов на показатели АД и метаболизм, два клю-

чевых фактора риска БСК [32]. Пересмотр ранее проведенных эпидемиологических и клинических исследований выявил значительные недостатки в их проведении, дизайне эксперимента и обработке данных [31]. Современные эпидемиологические данные подтвердили, что низкий уровень андрогенов сам по себе является самостоятельным фактором риска ССЗ [33]. Низкая концентрация тестостерона часто сочетается с нарушениями липидного обмена, снижением чувствительности к инсулину и абдоминальным ожирением. Защитное действие тестостерона на сердце осуществляется преимущественно через его влияние на диастолическую функцию сосудов и защиту эндотелия. На физиологическом уровне андрогены способны укреплять функцию эндотелия и повышать антиоксидантную активность. Вместе с тем сверхфизиологически высокие дозы тестостерона могут иметь негативные последствия, включая повышенную опасность гипертонической болезни, риска венозного тромбоза и рецидива рака простаты [34].

Важно учитывать, что гормоны щитовидной железы выполняют существенную роль в поддержании баланса ССС, контролируя частоту сердечных сокращений, силу сердечного сокращения и общий сосудистый тонус [10, 35]. Дисфункция щитовидной железы довольно часто встречается у больных с БСК, особенно распространен субклинический гипотиреоз. Данные многочисленных эпидемиологических исследований однозначно свидетельствуют о росте частоты явного и скрытого гипотиреоза с возрастом, а также об их непосредственной ассоциации с нарушениями липидного обмена, гипертонией, сахарным диабетом и иными факторами риска ССЗ.

Трийодтиронин взаимодействует с ядерными рецепторами тироидных гормонов в кардиомиоцитах, стимулируя синтез контрактильных белков и усиливая сократительные возможности миокарда за счет активации β_1 -адренорецепторов. Дополнительно, трийодтиронин повышает концентрацию внутриклеточного цАМФ, улучшая работу Ca^{2+} -АТФазы и оптимизируя диастолическое расслабление сердца. Кроме того, тироидные гормоны могут активировать сигнальный путь PI3K/AKT, стимулирующий выделение NO в эндотелиальных клетках сосудов, что приводит к уменьшению общего сосудистого сопротивления.

Также тироидные гормоны участвуют в регуляции липидного обмена, действуя на гены, управляющие обменом холестерина, включая рецептор липопротеинов низкой плотности. Уровень тироидных гормонов отрицательно коррелирует с показателями холестерина, резистентностью к инсулину и уровнем глюкозы (гипергликемия) в крови.

Вместе с перечисленными выше изменениями нельзя упускать из виду РААС, которая является

основным звеном в регуляции ССС. Процессы старения характеризуются рядом значительных физиологических сдвигов, затрагивающих сердечно-сосудистую, почечную и метаболическую сферы. РААС считается одной из наиболее подверженных подобным изменениям. На протяжении последнего столетия представления о РААС претерпели существенные изменения, превратившись из простой системы циркуляционных гормонов в комплексную сеть, включающую местные и внутриклеточные сигнальные пути. Согласно ряду научных работ, старение значительно воздействует на данную систему, отражаясь как на общей активности РААС, так и на специфических изменениях ее компонентов в отдельных тканях [36-39].

Обзор исследований, представленный Cosarderelioglu С и Abadir Р [36], демонстрирует, что с возрастом отмечается заметное снижение общей активности РААС. Концентрации ренина и альдостерона в плазме у пожилых людей оказываются ниже, чем у молодых. Реакция на внешние стимулы, такие как вертикальное положение, ограничение потребления соли или снижение АД, также оказывается слабее у старшего поколения. Результаты экспериментов на животных моделях подтверждают подобные выводы, отмечая замедление синтеза и высвобождение ренина почками, что объясняет низкое содержание циркулирующего ренина.

Для объяснения возрастных изменений РААС было выдвинуто несколько возможных механизмов. Среди них: повышение АД, приводящее к угнетению секреции ренина через барорецепторы; снижение чувствительности β_1 -адренорецепторов в почечной ткани; а также возможное нарушение симпатической иннервации клеток надпочечников, особенно у лиц с вегетативной дисфункцией. Хотя общие уровни ренина и альдостерона уменьшаются с возрастом, отношение альдостерона к ренину показывает тенденцию к росту, что позволяет предположить наличие альтернативных, не зависящих от ренина путей синтеза альдостерона.

Таким образом, старение ССС представляет собой итог сложного комплекса взаимозависимых процессов, протекающих на уровне эндокринной, иммунной и нейрорецепторной регуляции организма. Указанные паттерны вызывают неуклонное снижение функциональной активности миокарда и сосудистого русла, способствуя увеличению вероятности возникновения хронических кардиоваскулярных заболеваний и негативно влияя на показатели качества жизни лиц старших возрастных групп.

Кардиогеронтология на современном этапе

Старение является неизбежным процессом, однако темп физиологических изменений возможно замедлить благодаря здоровому образу жизни, правильному питанию и своевременному медицин-

скому контролю. Понимание механизмов старения имеет большое значение для профилактики и терапии, особенно среди лиц с повышенным риском развития БСК. Разнообразие состояния здоровья пожилых людей, различающихся наличием хронических болезней, уровнем физической активности и поддержкой окружающих, усложняет создание единых стандартов медицинской помощи. Заболевания ССС, включая ишемическую болезнь сердца, гипертонию, инсульты, нарушения ритма и пороки сердца, доля которых увеличивается с возрастом, что обусловлено комплексом факторов: биологическими изменениями организма (такими как укорочение теломер, воспаление), образом жизни (недостаточная физическая активность, курение, неправильное питание) и сопутствующими заболеваниями (хронической почечной недостаточностью, диабетом).

Классический подход в кардиологии предполагает лечение отдельных заболеваний согласно установленным рекомендациям, но такая стратегия зачастую оказывается неэффективной при работе с пациентами старшего возраста, испытывающими множественные возрастные изменения и сопутствующие заболевания. У пожилых людей распространены такие явления, как хрупкость костей и слабость мышц (гериатрическая хрупкость, саркопения, остеопения и остеопороз), частые падения, одновременное наличие нескольких заболеваний (полиморбидность), необходимость приема множества препаратов (полипрагмазия) и снижение когнитивных функций. Врачи оказываются перед выбором: либо сосредоточиться исключительно на лечении патологии ССС, рискуя упустить важные особенности возрастных проблем, либо столкнуться с фрагментацией терапевтического процесса, чрезмерным медицинским вмешательством и недостаточным вниманием к гериатрическим проблемам, влияющим на исходы лечения. Современная медицина должна стремиться не только эффективно справляться с болезнью, но и учитывать индивидуальные потребности каждого пациента. Для достижения оптимального результата необходим мультидисциплинарный подход, объединяющий усилия врачей-гериатров, кардиологов, физиотерапевтов, реабилитологов, фармакологов и работников социальных служб.

Кардиогеронтология пока официально не выделяется в отдельный раздел медицины, хотя очевидно, что эта область требует отдельного внимания как в рамках геронтологии, так и кардиологии. Эта дисциплина занимается разработкой методов диагностики, лечения и профилактики ССЗ у пожилых людей, учитывая специфику возрастной группы и принципы обеих дисциплин. Цель кардиогеронтологии состоит в индивидуализированном подходе к каждому пациенту, способствующему улучшению

прогноза и качества жизни. Специалист-кардиогеронтолог должен подходить к пациенту комплексно, рассматривая не только состояние ССС, но также личные приоритеты пациента и его родственников (занимающиеся уходом за пациентом), его социальный статус и функциональные возможности. Достижение оптимальных результатов возможно лишь путем объединения опыта кардиологии и гериатрии, взаимодействия мультидисциплинарной команды профессионалов. Следовательно, круг обязанностей врача-кардиогеронтолога включает как классическое медикаментозное лечение сердечно-сосудистых расстройств, так и проведение комплексной оценки физического и психологического состояния пациента, минимизацию числа назначаемых препаратов, координацию усилий разных специалистов и согласование конкретных целей терапии совместно с самим пациентом.

Комплексная гериатрическая кардиология представляет собой систему комплексного ухода, выходящую далеко за пределы обычной постановки диагноза. Речь идет не просто о диагностике с использованием стандартных методик комплексной гериатрической оценки, включающей всестороннюю оценку физического здоровья, функциональных возможностей, когнитивной сферы и социально-психологического благополучия пожилого пациента. Здесь предлагается долговременная, междисциплинарная модель, направленная на конкретного человека. Такой подход учитывает всю совокупность особенностей старения организма, включая оценку когнитивных способностей, степень мобильности, риски падений и социальную среду пациента, сокращает количество лекарственных препаратов и координирует помощь в соответствии с предпочтениями самого пациента. Важнее становится контроль симптоматики и сохранение самостоятельности, нежели жесткая борьба с самой болезнью. Междисциплинарная команда специалистов помогает пациентам придерживаться лечебных рекомендаций и улучшает качество оказываемой помощи, принимая во внимание широкий спектр социальных факторов, таких как жилье, доступность продуктов питания и транспорта, которые непосредственно отражаются на соблюдении режима лечения и общем состоянии здоровья пожилых людей. Такая практика позволяет рационально распределять ресурсы здравоохранения, повышая эффективность медицинской помощи в труднодоступных регионах, таких как сельская местность, где важную роль играют дистанционные технологии (телемедицина), первичные учреждения здравоохранения (ФАПы) и местная медицинская служба, помогающие преодолеть дефицит квалифицированных кадров и обеспечить полноценную медицинскую поддержку там, где это наиболее необходимо.

Безусловно, забота о гериатрических пациентах нуждается в междисциплинарном взаимодействии и участии высококвалифицированных специалистов по гериатрии. Медицинские структуры до настоящего момента были плохо приспособлены к растущему числу пожилых людей и возникающим вследствие этого трудностям. Система подготовки врачей в области гериатрии развита неоднородно: обучение гериатрическому направлению не входит в обязательную программу высшего медицинского образования медиков, а сама профессия «гериатр» официально признана не везде. Специалисты-кардиологи нередко испытывают недостаток времени для тщательной оценки состояния пожилых больных и сталкиваются с проблемами интеграции различных направлений медицины. Чтобы решить подобные трудности, необходимы существенные изменения в образовательных программах медицинских учреждений, основанные на принципах гериатрической помощи, что позволит врачам эффективнее справляться с непростыми аспектами гериатрической кардиологии. Отдельную сложность составляет лекарственное лечение пожилых пациентов ввиду ряда обстоятельств. Научные доказательства эффективности большинства подходов к терапии у пожилых людей значительно уступают результатам исследований на молодых пациентах. Клиническая практика показывает, что рекомендации по назначению медикаментов редко учитывают комбинацию нескольких хронических заболеваний, что повышает вероятность нежелательных взаимодействий между препаратами. Простые подходы к оценке назначения лекарств способны снизить число ошибок, и доказано, что специалисты, имеющие квалификацию в гериатрии, реже выписывают неподходящие медикаменты. Руководители органов здравоохранения обязаны уделить особое внимание данным вопросам, чтобы гарантировать адекватное развитие гериатрической медицины на каждом уровне системы здравоохранения.

Программы профилактического характера, направленные на популяризацию здорового образа жизни, имеют огромное значение и доказали свою эффективность, однако важно дополнить их мерами, направленными на преодоление негативных стереотипов в обществе и обеспечение полноценной психосоциальной адаптации пожилых людей. Предупреждение и грамотное лечение делирия, являющегося одним из распространенных последствий госпитализаций, вполне осуществимо и крайне актуально. Так как сердечно-сосудистая патология и онкологические заболевания лидируют среди причин смерти среди старших возрастных групп, разработка новых методов лечения, отличающихся большей эффективностью и меньшим травматизмом, станет важным вкладом в улучшение состояния гериатрических пациентов. Приме-

ром служит метод транскатетерной имплантации аортального клапана, применяемый у пожилых пациентов с тяжёлым поражением аорты, которым противопоказана открытая операция на сердце. После процедуры пациенты демонстрируют хорошее восстановление и уровень смертности сопоставимый с традиционным хирургическим методом. Индивидуализация программ реабилитации ССЗ для пожилых людей важна для поддержания их эмоционального равновесия, снижения депрессивных проявлений посредством повышения уровня социализации. Такие программы включают занятия лечебной физкультурой в группах, консультации по мотивации и обучению, адаптированные к потребностям и ценностным установкам пациента, помогают вернуть чувство уверенности и способности самостоятельно решать повседневные задачи. Периодические визиты медсестер и терапевтов позволяют разгрузить кардиологов и способствуют повышению доступности и экономичности оказания необходимой медицинской помощи. Тем не менее, организационно-финансовые препятствия, такие как ограничение финансирования и кадровый дефицит, могут стать серьезным препятствием на пути внедрения междисциплинарных схем оказания помощи пожилым людям.

Несмотря на значительные успехи в развитии медицины, значительное число пожилых людей продолжает сталкиваться с ограниченными возможностями доступа к научно обоснованным лекарственным средствам и профилактике из-за структурных и институциональных препятствий. Пациенты с низким уровнем медицинской грамотности, жители отдаленных районов и территорий с недостаточной инфраструктурой получают несопоставимо меньше услуг, хуже диагностируются, лечатся и достигают худших клинических результатов. Возможные меры включают введение регулярного анализа социальных факторов, влияющих на здоровье, развитие дистанционных технологий (телемедицина) в удаленных регионах и активизация научных исследований в данном направлении позволяют уменьшить существующие различия и сделать достижения кардиологии доступными для всех пожилых людей, независимо от их текущего положения.

Сегодня современные технологии занимают важное место в медицине. Умные часы, домашние приборы измерения давления, глюкометры, переносные пульсоксиметры и приложения на мобильных устройствах предоставляют врачам возможность дистанционного мониторинга состояния пациентов. Но даже при расширении доступности таких технологий многие пожилые граждане сталкиваются с определенными трудностями, обусловленными низкой цифровой грамотностью, ухудшением зрения, снижением памяти и мотор-

ных навыков, что мешает полноценно пользоваться этими устройствами. Для устранения неравенства в доступе к технологиям медицинские организации и органы управления здравоохранением должны усилить внимание к простоте интерфейсов, привлечению помощников по уходу и обеспечению технической доступности оборудования. Дополнительные инвестиции в образовательные проекты и субсидии на приобретение гаджетов могли бы способствовать решению возникшей проблемы.

В общем смысле задача кардиogerонтолога заключается в предоставлении согласованной медицинской помощи, сотрудничая с различными специалистами, такими как терапевты, хирурги, физиотерапевты и, при необходимости, эксперты в сфере паллиативного ухода. Немаловажную роль в процессе лечения играет привлечение близких родственников пациента и обсуждение с ними целей проводимой терапии. Основная цель таких мероприятий – совершенствование системы здравоохранения с целью повышения качества ухода за пожилыми людьми.

Заключение

Старение населения приобрело масштабы глобальной тенденции. Поскольку люди живут все дольше, поддержание хорошего самочувствия и высокого качества жизни в позднем возрасте приобретает первостепенное значение в исследованиях общественного здравоохранения. Сегодня потенциал для увеличения периода здоровой жизни пожилых людей с помощью научно обоснованного медицин-

ского сопровождения при БСК огромен. Общество предъявляет повышенные требования к качеству ухода за пожилыми гражданами, стимулируя внедрение новых подходов, основанных на всесторонней оценке функциональных возможностей, совместном принятии решений пациентом и врачом, учете предпочтений самих пациентов, контроле назначения лекарств и глубоком понимании специфических особенностей здоровья пожилых людей.

Конфликт интересов

О.Л. Барбараш является главным редактором журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний». Е.Д. Баздырев заявляет об отсутствии конфликта интересов. Б.С. Воронин заявляет об отсутствии конфликта интересов. Е.А. Воронина входит в редакционную коллегию журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний».

Финансирование

Работа выполнена в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2022-0002 «Разработка инновационных моделей управления риском развития болезней системы кровообращения с учетом коморбидности на основе изучения фундаментальных, клинических, эпидемиологических механизмов и организационных технологий медицинской помощи в условиях промышленного региона Сибири» (№ госрегистрации 122012000364-5 от 20.01.2022).

Информация об авторах

Барбараш Ольга Леонидовна, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор директор федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-4642-3610

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

Воронин Богдан Сергеевич, кандидат биологических наук ассистент кафедры истории федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-0915-2521

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

Author Information Form

Barbarash Olga L., PhD, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-4642-3610

Bazdyrev 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

Voronin Bogdan S., Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor, Department of History, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kemerovo State Medical University», Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-0915-2521

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

Вклад авторов в статью

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

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

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

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

Author Contribution Statement

BOL – contribution to the concept and design of the study, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

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

BES – contribution to the concept and design of the study, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

BEA – contribution to the concept and design of the study, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Martin N., Beach D., Gil J. Ageing as developmental decay: insights from p16(INK4a). *Trends Mol Med.* 2014; 20(12): 667-674. doi: 10.1016/j.molmed.2014.09.008
- Fang E.F., Scheibye-Knudsen M., Jahn H.J., Li J., Ling L., Guo H., Zhu X., Preedy V., Lu H., Bohr V.A., Chan W.Y., Liu Y., Ng T.B. A research agenda for aging in China in the 21st century. *Ageing Res Rev.* 2015; 24(Pt B): 197-205. doi: 10.1016/j.arr.2015.08.003
- Agarwal S., Ozor I.N., Chithanuru S., Odumosu E.O., Fadiora O.E., Ikwana G., Bhanavath G., Siddiqui M., Sultana R., Murugesan S., Adebambi E.O., Ali R. Optimizing Cardiovascular Care in Aging Populations: A Comprehensive Review of Geriatric Cardiology. *Cureus.* 2025; 17(7): e87992. doi: 10.7759/cureus.87992
- Franken R.A., Rosa R.F. Cardiogeriatric, the future's cardiologist? *Arq Bras Cardiol.* 2014; 103(4): e52-54. doi: 10.5935/abc.20140132
- Wenger N.K., Alexander K.P. Not your grandparents' cardiac care: The future of geriatric cardiology. *Clin Cardiol.* 2020; 43(2): 90-91. doi: 10.1002/clc.23270
- Ministrini S., Wenzl F.A., Lüscher T.F., Camici G.G. Trajectories of cardiovascular ageing—from molecular mechanisms to clinical implementation. *Cardiovasc Res.* 2025; 121(10): 1509-1523. doi: 10.1093/cvr/cvae178
- Shah M., de A Inácio M.H., Lu C., Schiratti P.R., Zheng S.L., Clement A., de Marvao A., Bai W., King A.P., Ware J.S., Wilkins M.R., Mielke J., Elci E., Kryukov I., McGurk K.A., Bender C., Freitag D.F., O'Regan D.P. Environmental and genetic predictors of human cardiovascular ageing. *Nat Commun.* 2023; 14(1): 4941. doi: 10.1038/s41467-023-40566-6
- Zhu X., Chen Z., Shen W., Huang G., Sedivy J.M., Wang H., Ju Z. Inflammation, epigenetics, and metabolism converge to cell senescence and ageing: the regulation and intervention. *Signal Transduct Target Ther.* 2021; 6(1): 245. doi: 10.1038/s41392-021-00646-9
- Thanaj M., Mielke J., McGurk K.A., Bai W., Savioli N., de Marvao A., Meyer H.V., Zeng L., Sohler F., Lumbers R.T., Wilkins M.R., Ware J.S., Bender C., Rueckert D., MacNamara A., Freitag D.F., O'Regan D.P. Genetic and environmental determinants of diastolic heart function. *Nat Cardiovasc Res.* 2022; 1(4): 361-371. doi: 10.1038/s44161-022-00048-2
- Zhao X., Yang X., Lin Y., Lei R., Ding W., He X., Cao Y., Zhang D., Liu P., Liang M., Han Z., Jiang Y. Mechanisms of aging in the cardiovascular system: challenges and opportunities. *Front Immunol.* 2025; 16: 1635736. doi: 10.3389/fimmu.2025.1635736
- Gude N.A., Broughton K.M., Firouzi F., Sussman M.A. Cardiac ageing: extrinsic and intrinsic factors in cellular renewal and senescence. *Nat Rev Cardiol.* 2018; 15(9): 523-542. doi: 10.1038/s41569-018-0061-5
- Colliva A., Braga L., Giacca M., Zacchigna S. Endothelial cell-cardiomyocyte crosstalk in heart development and disease. *J Physiol.* 2020; 598(14): 2923-2939. doi: 10.1113/JP276758
- Toya T., Ahmad A., Attia Z., Cohen-Shelly M., Ozcan I., Noseworthy P.A., Lopez-Jimenez F., Kapa S., Lerman L.O., Friedman P.A., Lerman A. Vascular Aging Detected by Peripheral Endothelial Dysfunction Is Associated With ECG-Derived Physiological Aging. *J Am Heart Assoc.* 2021; 10(3): e018656. doi: 10.1161/JAHA.120.018656
- Bell S.P., Saraf A.A. Epidemiology of Multimorbidity in Older Adults with Cardiovascular Disease. *Clin Geriatr Med.* 2016; 32(2): 215-226. doi: 10.1016/j.cger.2016.01.013
- Jia G., Aroor A.R., Jia C., Sowers J.R. Endothelial cell senescence in aging-related vascular dysfunction. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis.* 2019; 1865(7): 1802-1809. doi: 10.1016/j.bbadis.2018.08.008
- Овчинников А.Г., Арефьева Т.И., Потехина А.В., Филатова А.Ю., Агеев Ф.Т., Бойцов С.А. Молекулярные и клеточные механизмы, ассоциированные с микрососудистым воспалением в патогенезе сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса. *Acta Naturae.* 2020; 12(2): 40-51. doi: 10.32607/actanaturae.10990
- Jesel L., Abbas M., Park S.H., Matsushita K., Kindo M., Hasan H., Auger C., Sato C., Ohlmann P., Mazzucotelli J.P., Toti F., Kauffenstein G., Schini-Kerth V., Morel O. Atrial Fibrillation Progression Is Associated with Cell Senescence Burden as Determined by p53 and p16 Expression. *J Clin Med.* 2019; 9(1): 36. doi: 10.3390/jcm9010036
- Desantis V., Potenza M.A., Sgarra L., Nacci C., Scaringella A., Cicco S., Solimando A.G., Vacca A., Montagnani M. microRNAs as Biomarkers of Endothelial Dysfunction and Therapeutic Target in the Pathogenesis of Atrial Fibrillation. *Int J Mol Sci.* 2023; 24(6): 5307. doi: 10.3390/ijms24065307
- Basatemur G.L., Jørgensen H.F., Clarke M.C.H., Bennett M.R., Mallat Z. Vascular smooth muscle cells in atherosclerosis. *Nat Rev Cardiol.* 2019; 16(12): 727-744. doi: 10.1038/s41569-019-0227-9
- Cafueri G., Parodi F., Pistorio A., Bertolotto M., Ventura F., Gambini C., Bianco P., Dallegri F., Pistoia V., Pezzolo A., Palombo D. Endothelial and smooth muscle cells from abdominal aortic aneurysm have increased oxidative stress and telomere attrition. *PLoS One.* 2012; 7(4): e35312. doi: 10.1371/journal.pone.0035312
- van der Feen D.E., Bossers G.P.L., Hagdorn Q.A.J., Moonen J.R., Kurakula K., Szulcek R., Chappell J., Vallania F., Donato M., Kok K., Kohli J.S., Petersen A.H., van Leusden T., Demaria M., Goumans M.T.H., De Boer R.A., Khatri P., Rabinovitch M., Berger R.M.F., Bartelds B. Cellular senescence impairs the reversibility of pulmonary arterial hypertension. *Sci Transl Med.* 2020; 12(554): eaaw4974. doi: 10.1126/scitranslmed.aaw4974
- Komaravolu R.K., Waltmann M.D., Konaniah E., Jaeschke A., Hui D.Y. ApoER2 (Apolipoprotein E Receptor-2) Deficiency Accelerates Smooth Muscle Cell Senescence via Cytokinesis Impairment and Promotes Fibrotic Neointima After Vascular Injury. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2019; 39(10): 2132-2144. doi: 10.1161/ATVBAHA.119.313194
- Niestrawska J.A., Viertler C., Regitnig P., Cohnert T.U., Sommer G., Holzappel G.A. Microstructure and mechanics of healthy and aneurysmatic abdominal aortas: experimental analysis and modelling. *J R Soc Interface.* 2016; 13(124): 20160620. doi: 10.1098/rsif.2016.0620
- Jadidi M., Habibnezhad M., Anttila E., Maleckis K.,

Desyatova A., MacTaggart J., Kamenskiy A. Mechanical and structural changes in human thoracic aortas with age. *Acta Biomater.* 2020; 103: 172-188. doi: 10.1016/j.actbio.2019.12.024

25. Kamenskiy A.V., Dzenis Y.A., Kazmi S.A., Pemberton M.A., Pipinos I.I., Phillips N.Y., Herber K., Woodford T., Bowen R.E., Lomneth C.S., MacTaggart J.N. Biaxial mechanical properties of the human thoracic and abdominal aorta, common carotid, subclavian, renal and common iliac arteries. *Biomech Model Mechanobiol.* 2014; 13(6): 1341-1359. doi: 10.1007/s10237-014-0576-6

26. Xin Y., Yuan Z., Wang J., Li S. Complex Interplay Between Estrogen and Aging via Lipid Metabolism and Inflammation Forms the Novel Treatment Strategies for Atherosclerosis. *FASEB J.* 2025; 39(15): e70877. doi: 10.1096/fj.202500244RRR

27. Kim H., Jung J.H., Han K., Lee D.Y., Fava M., Mischoulon D., Jeon H.J. Ages at menarche and menopause, hormone therapy, and the risk of depression. *Gen Hosp Psychiatry.* 2023; 83: 35-42. doi: 10.1016/j.genhosppsych.2023.04.001

28. Wang H., Liu Y., Zhu L., Wang W., Wan Z., Chen F., Wu Y., Zhou J., Yuan Z. 17 β -estradiol promotes cholesterol efflux from vascular smooth muscle cells through a liver X receptor α -dependent pathway. *Int J Mol Med.* 2014; 33(3): 550-558. doi: 10.3892/ijmm.2014.1619

29. Nasser S.A., Afify E.A., Kobeissy F., Hamam B., Eid A.H., El-Mas M.M. Inflammatory Basis of Atherosclerosis: Modulation by Sex Hormones. *Curr Pharm Des.* 2021; 27(18): 2099-2111. doi: 10.2174/1381612827666210122142811

30. Sarchielli E., Guarnieri G., Idrizaj E., Squecco R., Mello T., Comeglio P., Gallina P., Maggi M., Vannelli G.B., Morelli A. The G protein-coupled oestrogen receptor, GPER1, mediates direct anti-inflammatory effects of oestrogens in human cholinergic neurones from the nucleus basalis of Meynert. *J Neuroendocrinol.* 2020; 32(3): e12837. doi: 10.1111/jne.12837

31. Stallone J.N., Oloyo A.K. Cardiovascular and metabolic actions of the androgens: Is testosterone a Janus-faced molecule? *Biochem Pharmacol.* 2023; 208: 115347. doi: 10.1016/j.bcp.2022.115347

32. Perusquía M., Contreras D., Herrera N. Hypotestosteronemia is an important factor for the development of hypertension: elevated blood pressure in orchidectomized conscious rats is reversed by different androgens. *Endocrine.* 2019; 65(2): 416-425. doi: 10.1007/s12020-019-01978-x

33. Lin Y.H., Lin K.J., Chen J.Y., Juang H.H., Wu C.T. Associations of Testosterone and Related Hormones With All-Cause and Cardiovascular Mortality and Incident Cardiovascular Disease in Men. *Ann Intern Med.* 2025; 178(6): 905-906. doi: 10.7326/ANNALS-25-01146

34. Fontaine C., Gosset A., Davezac M., Buscato M., Grouthier V., Renault M.A., Henrion D., Trémollières F., Schumacher M., Lenfant F., Arnal J.F. From sex hormone decrease to hormonal treatment: impacts on cardiovascular risk with ageing. *Cardiovasc Res.* 2025; 121(10): 1551-1565. doi: 10.1093/cvr/cvaf086

35. Jabbar A., Ingoe L., Thomas H., Carey P., Junejo S., Addison C., Vernazza J., Austin D., Greenwood J.P., Zaman A., Razvi S. Prevalence, predictors and outcomes of thyroid dysfunction in patients with acute myocardial infarction: the ThyAMI-1 study. *J Endocrinol Invest.* 2021; 44(6): 1209-1218. doi: 10.1007/s40618-020-01408-0

36. Cosarderelioglu C., Abadir P.M. Revisiting renin-angiotensin-aldosterone system in aging: translational insights from bench to bedside and back. *J Clin Invest.* 2025; 135(21): e195633. doi: 10.1172/JCI195633

37. Miller A.J., Arnold A.C. The renin-angiotensin system and cardiovascular autonomic control in aging. *Peptides.* 2022; 150: 170733. doi: 10.1016/j.peptides.2021.170733

38. Peng N., Zhang Z., Xiao Y., Ye Q., Liu G., Zhen M., Zheng Y., Luo M., Jiang T. Effect of Age on Aldosterone-Renin Ratio in Screening Primary Aldosteronism. *J Clin Hypertens (Greenwich).* 2025; 27(3): e70014. doi: 10.1111/jch.70014

39. Nanba K., Vaidya A., Williams G.H., Zheng I., Else T., Rainey W.E. Age-Related Autonomous Aldosteronism. *Circulation.* 2017; 136(4): 347-355. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.028201

REFERENCES

1. Martin N., Beach D., Gil J. Ageing as developmental decay: insights from p16(INK4a). *Trends Mol Med.* 2014; 20(12): 667-674. doi: 10.1016/j.molmed.2014.09.008

2. Fang E.F., Scheibye-Knudsen M., Jahn H.J., Li J., Ling L., Guo H., Zhu X., Preeedy V., Lu H., Bohr V.A., Chan W.Y., Liu Y., Ng T.B. A research agenda for aging in China in the 21st century. *Ageing Res Rev.* 2015; 24(Pt B): 197-205. doi: 10.1016/j.arr.2015.08.003

3. Agarwal S., Ozor I.N., Chithanuru S., Odumosu E.O., Fadiora O.E., Ikwan G., Bhanavath G., Siddiqui M., Sultana R., Murugesan S., Adebambi E.O., Ali R. Optimizing Cardiovascular Care in Aging Populations: A Comprehensive Review of Geriatric Cardiology. *Cureus.* 2025; 17(7): e87992. doi: 10.7759/cureus.87992

4. Frankin R.A., Rosa R.F. Cardiogeriatric, the future's cardiology? *Arq Bras Cardiol.* 2014; 103(4): e52-54. doi: 10.5935/abc.20140132

5. Wenger N.K., Alexander K.P. Not your grandparents' cardiac care: The future of geriatric cardiology. *Clin Cardiol.* 2020; 43(2): 90-91. doi: 10.1002/clc.23270

6. Ministrini S., Wenzl F.A., Lüscher T.F., Camici G.G. Trajectories of cardiovascular ageing-from molecular mechanisms to clinical implementation. *Cardiovasc Res.* 2025; 121(10): 1509-1523. doi: 10.1093/cvr/cvae178

7. Shah M., de A Inácio M.H., Lu C., Schiratti P.R., Zheng S.L., Clement A., de Marvao A., Bai W., King A.P., Ware J.S., Wilkins M.R., Mielke J., Elci E., Kryukov I., McGurk K.A., Bender C., Freitag D.F., O'Regan D.P. Environmental and genetic predictors of human cardiovascular ageing. *Nat Commun.* 2023; 14(1): 4941. doi: 10.1038/s41467-023-40566-6

8. Zhu X., Chen Z., Shen W., Huang G., Sedivy J.M., Wang H., Ju Z. Inflammation, epigenetics, and metabolism converge to cell senescence and ageing: the regulation and intervention. *Signal Transduct Target Ther.* 2021; 6(1): 245. doi: 10.1038/s41392-021-00646-9

9. Thanaj M., Mielke J., McGurk K.A., Bai W., Savioli N., de Marvao A., Meyer H.V., Zeng L., Sohler F., Lumbers R.T., Wilkins M.R., Ware J.S., Bender C., Rueckert D., MacNamara A., Freitag D.F., O'Regan D.P. Genetic and environmental determinants of diastolic heart function. *Nat Cardiovasc Res.* 2022; 1(4): 361-371. doi: 10.1038/s44161-022-00048-2

10. Zhao X., Yang X., Lin Y., Lei R., Ding W., He X., Cao Y., Zhang D., Liu P., Liang M., Han Z., Jiang Y. Mechanisms of aging in the cardiovascular system: challenges and opportunities. *Front Immunol.* 2025; 16: 1635736. doi: 10.3389/fimmu.2025.1635736

11. Gude N.A., Broughton K.M., Firouzi F., Sussman M.A. Cardiac ageing: extrinsic and intrinsic factors in cellular renewal and senescence. *Nat Rev Cardiol.* 2018; 15(9): 523-542. doi: 10.1038/s41569-018-0061-5

12. Colliva A., Braga L., Giacca M., Zacchigna S. Endothelial cell-cardiomyocyte crosstalk in heart development and disease. *J Physiol.* 2020; 598(14): 2923-2939. doi: 10.1111/JP276758

13. Toya T., Ahmad A., Attia Z., Cohen-Shelly M., Ozcan I., Noseworthy P.A., Lopez-Jimenez F., Kapa S., Lerman L.O., Friedman P.A., Lerman A. Vascular Aging Detected by Peripheral Endothelial Dysfunction Is Associated With ECG-Derived Physiological Aging. *J Am Heart Assoc.* 2021; 10(3): e018656. doi: 10.1161/JAHA.120.018656

14. Bell S.P., Saraf A.A. Epidemiology of Multimorbidity in Older Adults with Cardiovascular Disease. *Clin Geriatr Med.* 2016; 32(2): 215-226. doi: 10.1016/j.cger.2016.01.013

15. Jia G., Aroor A.R., Jia C., Sowers J.R. Endothelial cell senescence in aging-related vascular dysfunction. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis.* 2019; 1865(7): 1802-1809. doi: 10.1016/j.bbdis.2018.08.008

16. Ovchinnikov A.G., Arefieva T.I., Potekhina A.V., Filatova A.Y., Ageev F.T., Boytsov S.A. The Molecular and Cellular Mechanisms Associated with a Microvascular Inflammation in the Pathogenesis of Heart Failure with Preserved Ejection Fraction.

Acta Naturae. 2020; 12(2): 40-51. (In Russian) doi: 10.32607/actanaturae.10990

17. Jesel L., Abbas M., Park S.H., Matsushita K., Kindo M., Hasan H., Auger C., Sato C., Ohlmann P., Mazzucotelli J.P., Toti F., Kauffenstein G., Schini-Kerth V., Morel O. Atrial Fibrillation Progression Is Associated with Cell Senescence Burden as Determined by p53 and p16 Expression. *J Clin Med*. 2019; 9(1): 36. doi: 10.3390/jcm9010036

18. Desantis V., Potenza M.A., Sgarra L., Nacci C., Scaringella A., Cicco S., Solimando A.G., Vacca A., Montagnani M. microRNAs as Biomarkers of Endothelial Dysfunction and Therapeutic Target in the Pathogenesis of Atrial Fibrillation. *Int J Mol Sci*. 2023; 24(6): 5307. doi: 10.3390/ijms24065307

19. Basatemur G.L., Jørgensen H.F., Clarke M.C.H., Bennett M.R., Mallat Z. Vascular smooth muscle cells in atherosclerosis. *Nat Rev Cardiol*. 2019; 16(12): 727-744. doi: 10.1038/s41569-019-0227-9

20. Cafueri G., Parodi F., Pistorio A., Bertolotto M., Ventura F., Gambini C., Bianco P., Dallegrì F., Pistoia V., Pezzolo A., Palombo D. Endothelial and smooth muscle cells from abdominal aortic aneurysm have increased oxidative stress and telomere attrition. *PLoS One*. 2012; 7(4): e35312. doi: 10.1371/journal.pone.0035312

21. van der Feen D.E., Bossers G.P.L., Hagdorn Q.A.J., Moonen J.R., Kurakula K., Szulceek R., Chappell J., Vallania F., Donato M., Kok K., Kohli J.S., Petersen A.H., van Leusden T., Demaria M., Goumans M.T.H., De Boer R.A., Khatri P., Rabinovitch M., Berger R.M.F., Bartelds B. Cellular senescence impairs the reversibility of pulmonary arterial hypertension. *Sci Transl Med*. 2020; 12(554): eaaw4974. doi: 10.1126/scitranslmed.aaw4974

22. Komaravolu R.K., Waltmann M.D., Konaniah E., Jaeschke A., Hui D.Y. ApoER2 (Apolipoprotein E Receptor-2) Deficiency Accelerates Smooth Muscle Cell Senescence via Cytokinesis Impairment and Promotes Fibrotic Neointima After Vascular Injury. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2019; 39(10): 2132-2144. doi: 10.1161/ATVBAHA.119.313194

23. Niestrawska J.A., Viertler C., Regitnig P., Cohnert T.U., Sommer G., Holzapfel G.A. Microstructure and mechanics of healthy and aneurysmal abdominal aortas: experimental analysis and modelling. *J R Soc Interface*. 2016; 13(124): 20160620. doi: 10.1098/rsif.2016.0620

24. Jadidi M., Habibnezhad M., Anttila E., Maleckis K., Desyatova A., MacTaggart J., Kamenskiy A. Mechanical and structural changes in human thoracic aortas with age. *Acta Biomater*. 2020; 103: 172-188. doi: 10.1016/j.actbio.2019.12.024

25. Kamenskiy A.V., Dzenis Y.A., Kazmi S.A., Pemberton M.A., Pipinos I.L., Phillips N.Y., Herber K., Woodford T., Bowen R.E., Lomneth C.S., MacTaggart J.N. Biaxial mechanical properties of the human thoracic and abdominal aorta, common carotid, subclavian, renal and common iliac arteries. *Biomech Model Mechanobiol*. 2014; 13(6): 1341-1359. doi: 10.1007/s10237-014-0576-6

26. Xin Y., Yuan Z., Wang J., Li S. Complex Interplay Between Estrogen and Aging via Lipid Metabolism and Inflammation Forms the Novel Treatment Strategies for Atherosclerosis. *FASEB J*. 2025; 39(15): e70877. doi: 10.1096/fj.202500244RRR

27. Kim H., Jung J.H., Han K., Lee D.Y., Fava M., Mischoulon D., Jeon H.J. Ages at menarche and menopause, hormone therapy,

and the risk of depression. *Gen Hosp Psychiatry*. 2023; 83: 35-42. doi: 10.1016/j.genhosppsy.2023.04.001

28. Wang H., Liu Y., Zhu L., Wang W., Wan Z., Chen F., Wu Y., Zhou J., Yuan Z. 17 β -estradiol promotes cholesterol efflux from vascular smooth muscle cells through a liver X receptor α -dependent pathway. *Int J Mol Med*. 2014; 33(3): 550-558. doi: 10.3892/ijmm.2014.1619

29. Nasser S.A., Afify E.A., Kobeissy F., Hamam B., Eid A.H., El-Mas M.M. Inflammatory Basis of Atherosclerosis: Modulation by Sex Hormones. *Curr Pharm Des*. 2021; 27(18): 2099-2111. doi: 10.2174/1381612827666210122142811

30. Sarchielli E., Guarnieri G., Idrizaj E., Squecco R., Mello T., Comeglio P., Gallina P., Maggi M., Vannelli G.B., Morelli A. The G protein-coupled oestrogen receptor, GPER1, mediates direct anti-inflammatory effects of oestrogens in human cholinergic neurons from the nucleus basalis of Meynert. *J Neuroendocrinol*. 2020; 32(3): e12837. doi: 10.1111/jne.12837

31. Stallone J.N., Oloyo A.K. Cardiovascular and metabolic actions of the androgens: Is testosterone a Janus-faced molecule? *Biochem Pharmacol*. 2023; 208: 115347. doi: 10.1016/j.bcp.2022.115347

32. Perusquía M., Contreras D., Herrera N. Hypotestosteronemia is an important factor for the development of hypertension: elevated blood pressure in orchidectomized conscious rats is reversed by different androgens. *Endocrine*. 2019; 65(2): 416-425. doi: 10.1007/s12020-019-01978-x

33. Lin Y.H., Lin K.J., Chen J.Y., Juang H.H., Wu C.T. Associations of Testosterone and Related Hormones With All-Cause and Cardiovascular Mortality and Incident Cardiovascular Disease in Men. *Ann Intern Med*. 2025; 178(6): 905-906. doi: 10.7326/ANNALS-25-01146

34. Fontaine C., Gosset A., Davezac M., Buscato M., Grouthier V., Renault M.A., Henrion D., Trémollières F., Schumacher M., Lenfant F., Arnal J.F. From sex hormone decrease to hormonal treatment: impacts on cardiovascular risk with ageing. *Cardiovasc Res*. 2025; 121(10): 1551-1565. doi: 10.1093/cvr/cvaf086

35. Jabbar A., Ingoe L., Thomas H., Carey P., Junejo S., Addison C., Vernazza J., Austin D., Greenwood J.P., Zaman A., Razvi S. Prevalence, predictors and outcomes of thyroid dysfunction in patients with acute myocardial infarction: the ThyAMI-1 study. *J Endocrinol Invest*. 2021; 44(6): 1209-1218. doi: 10.1007/s40618-020-01408-0

36. Cosarderelioglu C., Abadir P.M. Revisiting renin-angiotensin-aldosterone system in aging: translational insights from bench to bedside and back. *J Clin Invest*. 2025; 135(21): e195633. doi: 10.1172/JCI195633

37. Miller A.J., Arnold A.C. The renin-angiotensin system and cardiovascular autonomic control in aging. *Peptides*. 2022; 150: 170733. doi: 10.1016/j.peptides.2021.170733

38. Peng N., Zhang Z., Xiao Y., Ye Q., Liu G., Zhen M., Zheng Y., Luo M., Jiang T. Effect of Age on Aldosterone-Renin Ratio in Screening Primary Aldosteronism. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2025; 27(3): e70014. doi: 10.1111/jch.70014

39. Nanba K., Vaidya A., Williams G.H., Zheng I., Else T., Rainey W.E. Age-Related Autonomous Aldosteronism. *Circulation*. 2017; 136(4): 347-355. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.028201

Для цитирования: Барбараш О.Л., Баздырев Е.Д., Воронин Б.С., Воронина Е.А. Современные аспекты кардиогеронтологии: проблемы и пути решения. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2026;15(1): 131-143. DOI: 10.17802/2306-1278-2026-15-1-131-143

To cite: Barbarash O.L., Bazdyrev E.D., Voronin B.S., Voronina E.A. Current landscape of geriatric cardiology: challenges and solutions. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2026;15(1): 131-143. DOI: 10.17802/2306-1278-2026-15-1-131-143