

ВОЗРАСТНЫЕ И ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖЕСТКОСТИ АРТЕРИЙ И ПАРАМЕТРОВ ОТРАЖЕННОЙ ВОЛНЫ

Н.М. Фазылов², Г.О. Наркулова¹, Г.К. Шаршеналиева¹,
Ж.А. Абдыкалыкова¹, И.С. Сабиров^{1,2}

¹Кыргызская Государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева
Кафедра пропедевтики внутренних болезней с курсами эндокринологии и профпатологии

²Кыргызско-Российский Славянский Университет им. Б.Н. Ельцина

Кафедра терапии № 2 специальности "Лечебное дело"

г. Бишкек, Кыргызская Республика

Резюме. Повышение артериальной жесткости и параметров отраженной волны, является независимым фактором риска не только сердечно-сосудистых заболеваний, но и прогрессирования повреждения органов. Одними из источников, объясняющих индивидуальные различия в жесткости артерий, являются возрастные изменения и половая принадлежность исследуемых. Увеличение жесткости артерий является основной причиной повышения систолического и пульсового артериального давления, а также снижения диастолического артериального давления в процессе старения. Большая артериальная жесткость у женщин с сопутствующими сердечно-сосудистыми заболеваниями сохраняется даже после поправки на возраст, индекс массы тела, среднее артериальное давление и частоту сердечных сокращений. Учитывая, что половые различия играют важную роль в физиологии сердечно-сосудистой системы, включение жесткости артерий в качестве дополнительной переменной при диагностике может служить биомаркером для мониторинга здоровья кардиоваскулярной системы. В обзорной статье представлены данные научных исследований, посвященных изучению возрастных и половых различий артериальной ригидности сосудов и параметров отраженной волны.

Ключевые слова: жесткость артерий, индекс отраженной волны, возраст, старение, пол.

АРТЕРИЯЛАРДЫН КАТУУЛУГУ ЖАНА ЧАГЫЛДЫРЫЛГАН ТОЛКУН ПАРАМЕТРЛЕРИНИН ЖАШ КУРАКТЫК ЖАНА ЖЫНЫСТЫК АЙЫРМАЧЫЛЫКТАРЫ

Н.М. Фазылов², Г.О. Наркулова¹, Г.К. Шаршеналиева¹,
Ж.А. Абдыкалыкова¹, И.С. Сабиров^{1,2}

¹И.К. Ахунбаев атындагы Кыргыз мамлекеттик медициналык академиясы

Ички оорулар пропедевтикасы менен эндокринология жана
профпатология курстары кафедрасы

²Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университети

"Дарылоо иши" адистигинин №2 терапия кафедрасы

Бишкек ш., Кыргыз Республикасы

Резюме. Артериялык катуулуктун жогорулашы жана чагылдырылган толкун параметрлери жүрөк-кан тамыр оорулары үчүн гана эмес, органдардын бузулушунун прогресси үчүн да көз карандысыз тобокелдик факторлору болуп саналат. Артериялык катуулуктун жеке айырмачылыктарын түшүндүргөн булактардын айрымдары куракка байланыштуу өзгөрүүлөр жана субъекттердин жынысы болуп саналат. Артериялык катуулуктун жогорулашы систоликалык жана импульстук кан басымынын жогорулашынын жана карылык менен диастоликалык кан басымынын төмөндөшүнүн негизги себеби болуп саналат. Негизги жүрөк-кан тамыр оорулары бар аялдардын жогорку артериялык катуулугу жаш курагына, дене

салмагынын индексине, орточо артериялык басымга жана жүрөктүн кагышына ылайыкталгандан кийин да сакталат. Жыныстык айырмачылыктар жүрөк-кан тамыр физиологиясында маанилүү ролду ойноорун эске алсак, анын ичинде диагностикада кошумча өзгөрмө катары артериялык катуулугу жүрөк-кан тамыр ден соолугуна мониторинг жүргүзүү үчүн биомаркер катары кызмат кыла алат. Обзордук макалада артериялык тамырлардын катуулугундагы жана чагылдырылган толкун параметрлериндеги жаш жана гендердик айырмачылыктарды изилдөөгө арналган илимий изилдөөлөрдүн маалыматтары берилген.

Негизги сөздөр: артериялардын катуулугу, чагылдырылган толкун индекси, жаш курак, карылык, жыныс.

AGE- AND GENDER-RELATED DIFFERENCES IN ARTERIAL STIFFNESS AND REFLECTED WAVE PARAMETERS

N.M. Fazylov², G.O. Narkulova¹, G.K. Sharshenalieva¹,
Zh.A. Abdykalykova¹, I.S. Sabirov^{1,2}

¹Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev
Department of Propedeutics of Internal Diseases with courses
of Endocrinology and Occupational Pathology

²Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N. Yeltsin
Department of Therapy No. 2, Specialty "General Medicine"
Bishkek, Kyrgyz Republic

Summary. Increased arterial stiffness and reflected wave parameters are independent risk factors not only for cardiovascular disease but also for the progression of organ damage. Age-related changes and gender of the subjects are among the sources explaining individual differences in arterial stiffness. Increased arterial stiffness is the main cause of increased systolic and pulse blood pressure, as well as decreased diastolic blood pressure with aging. Higher arterial stiffness in women with underlying cardiovascular disease persists even after adjustment for age, body mass index, mean arterial pressure, and heart rate. Given that gender differences play an important role in cardiovascular physiology, including arterial stiffness as an additional variable in diagnostics can serve as a biomarker for monitoring cardiovascular health. This review article presents data from scientific studies devoted to the study of age- and gender-related differences in arterial vascular stiffness and reflected wave parameters.

Key words: arterial stiffness, wave reflection index, age, aging, gender.

Введение. В последние десятилетия мы наблюдаем увеличение продолжительности жизни, но сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) по-прежнему являются основной причиной заболеваемости и смертности [1]. Сердечно-сосудистый риск является результатом множества взаимодействующих факторов риска. Общепризнанные классические факторы риска ССЗ включают возраст, семейный анамнез сердечных заболеваний и модифицируемые факторы риска, такие как гипертония, гиперлипидемия, курение, диабет и ожирение [2]. В большинстве случаев эти факторы приводят к формированию атеросклероза — основной причины ССЗ. Атеросклероз — это прогрессирующий процесс, характеризующийся накоплением липидов, воспалительных клеток и фиброзных элементов в стенках артерий, что

приводит к прогрессирующему сужению и жесткости артерий [3]. Жесткость артерий является независимым предиктором сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности у пациентов с артериальной гипертензией (АГ), сахарным диабетом (СД) и продвинутыми стадиями хронической болезни почек (ХБП). Увеличение жесткости артерий является основной причиной повышения систолического артериального давления (САД), а также снижения диастолического артериального давления (ДАД) в процессе старения [4]. Интерес к роли, которую артериальная жесткость играет в патогенезе ССЗ, резко возрос за последнее десятилетие, во многом из-за исследований, в которых пульсовое давление использовалось в качестве меры жесткости. Артериальная жесткость и чрезмерная пульсация давления

стали важными факторами риска ССЗ. Аортальная жесткость связана с увеличением скорости пульсовой волны и пульсового давления, которые являются связанными, но различными мерами пульсирующего энергетического содержания формы волны давления. Резкое увеличение пульсирующего энергетического содержания волн давления и потока в артериальной системе создает значительную пульсирующую нагрузку на сердце, крупные артерии и дистальное кровообращение. Причем, одним из источников, объясняющих индивидуальные различия в жесткости артерий, является возраст и пол исследуемых. Жесткость артерий увеличивается с возрастом, поэтому старение сосудов является фактором риска ССЗ [4].

Цель исследования: анализ научных данных посвященных изучению возрастных и половых особенностей развития артериальной жесткости, а также их влияние на развитие сердечно-сосудистых заболеваний и продолжительность жизни.

Методы исследования. Для подготовки данного обзора литературы нами был проведен систематический поиск в базах данных PubMed, Embase и Cochrane Library. Глубина поиска составила последние 31 года (1992-2022 гг.) без каких-либо языковых ограничений. Ключевые слова для поиска: «жесткость артерий», «индекс отраженной волны», «возраст», «старение», «пол». Критерии включения: клинические исследования, наблюдательные исследования, мета-анализы, посвященные изучению возрастных и гендерных различий показателей жесткости артерий и параметров отраженной волны. Критерии исключения: исследования, не содержащие данных о возрастных и гендерных различиях, а также публикации, не соответствующие тематике обзора и требованиям доказательной медицины. После проведения поиска и отбора по критериям включения и исключения, для анализа было отобрано 42 источников.

Результаты обзора. Потенциальный масштаб бремени болезней, приписываемых повышенной артериальной жесткости, подчеркивается изменением пульсового давления с возрастом. Пульсовое давление быстро увеличивается после 50 лет, в то время как заболеваемость и распространенность гипертонии и сердечно-сосудистых заболеваний также заметно увеличиваются. Анализ данных Национального обследования здоровья и питания (NHANES) показал, что повышенное систолическое давление является почти универсальным у гипертоников после 50 лет. В этом возрастном диапазоне более 80% пациентов имеют

изолированную систолическую АГ (ИСАГ), которая представляет собой изолированное или преобладающее отклонение пульсового давления в сторону повышения [5]. В обзорной статье представлены данные научных исследований, посвященных изучению возрастных и половых различий жесткости артерий.

Повышение артериальной жесткости и параметров отраженной волны связаны с риском развития неблагоприятных исходов. Чаще эти изменения связаны с кардиоваскулярной патологией, включая развитие сердечной недостаточности с сохраненной ФВ ЛЖ, коронарную микрососудистую дисфункцию и даже смертность. Поэтому необходимы дополнительные доклинические и клинические исследования для дальнейшего определения специфичных для пола молекулярных механизмов прогрессирования артериальной жесткости при старении, ожирении и многих других клинических патологиях, связанных с ССЗ. Поиск решений в понимании молекулярных механизмов, лежащих в основе возрастных и половых различий в развитии артериальной жесткости, имеет решающее значение для определения новых фармакологических целей, специфичных для определенного возраста и пола, которые затем могут быть протестированы на клиническом уровне для снижения бремени ССЗ, связанного с ригидностью сосудов. Таким образом, в будущих исследованиях следует уделить особое внимание влиянию возрастных и половых особенностей параметров жесткости артерий и отраженной волны, чтобы понять изменения в причинно-зависимых гендерных отличий в ожидаемой продолжительности жизни.

Оптимальная производительность сердечно-сосудистой системы, а также её нарушения при заболевании, включают в себя сложные биомеханические взаимодействия между сердцем, сосудами и микрососудистым руслом. ССЗ определяют 31% всех случаев смерти в мире [6], а также являются наиболее распространенной и дорогостоящей статьей расходов в здравоохранении [7]. Хотя многие факторы способствуют заболеваемости и прогрессированию ССЗ, неблагоприятные исходы в конечном итоге определяются неспособностью или неэффективностью биомеханической системы доставлять насыщенную кислородом кровь к органам и тканям. Важно отметить, что основные биомеханические свойства сердца и системы кровообращения, включая сердечное сокращение, желудочково-сосудистое соединение, жесткость крупных артерий и свойства микрососудов, влияют на характер волн давления/потока, которые можно измерить в кровеносных сосудах [8].

Возрастные изменения жесткости артерий и параметров отраженной волны. O'Rourke M. и Hashimoto J. артериальную систему человека в молодости описывают как «прекрасно спроектированную для своей роли получения струи крови из левого желудочка и распределения ее в виде постоянного потока через периферические капилляры» [9]. Артериальная система развивается от эмбриональной стадии в сложную древовидную структуру, простирающуюся от крупных центральных артерий в мелкие артериолы и капилляры. Конструкция артериальной системы включает различные автономные регуляторные процессы для поддержания гомеостаза кровяного давления и потока по всей сосудистой сети. Эти процессы опосредуют поток как на уровне крупных артерий (макроциркуляция), так и на уровне мелких артерий (микроциркуляция). Такие автономные процессы включают биохимические (т.е. ренин-ангиотензин-альдостероновую систему), клеточные (т.е. эндотелиально-зависимую вазодилатацию), нейроваскулярные (т.е. барорефлекторные и нейро-глиально-сосудистые) и физические (т.е. физику потока) процессы [10]. Несмотря на выраженное увеличение скорости центральной пульсовой волны (СПВ) с возрастом, время прохождения отраженной волны (RWTT), традиционно определяемое как время точки перегиба (TINF) в форме волны центрального давления, заметно не уменьшается, что приводит к спорному предположению о «дистальном смещении» участков отражения. Однако TINF исключительно подвержен ошибкам измерения и также зависит от характера выброса, а не только от отражения волны.

Многочисленные исследования, проведенные за последнее десятилетие, показали, что более высокое пульсовое давление связано с умеренным увеличением риска основных событий сердечно-сосудистых заболеваний, таких как инфаркт миокарда, сердечная недостаточность, аритмия и инсульт [11]. Кроме того, чрезмерная пульсация давления связана с признаками микрососудистого повреждения и эндотелиальной дисфункции [12], что может объяснить связь между повышенным пульсовым давлением и рядом состояний, распространенных у пожилых людей, которые, как считается, связаны с микрососудистым инсультом, такими как когнитивные нарушения, макулярная болезнь и хроническая болезнь почек.

В популяции пульсовое давление увеличивается на 10 мм рт. ст. за десятилетие, начиная примерно с 50 мм рт. ст. в возрасте 50 лет. Таким образом, среднее, но не оптимальное,

пульсовое давление примерно равно возрасту у людей среднего и старшего возраста [13]. Этот уровень пульсового давления не является оптимальным, поскольку даже после корректировки на возраст и другие потенциальные факторы каждое увеличение пульсового давления на 10 мм рт. ст. связано с увеличением риска различных серьезных клинических событий на 10–40% [14]. Таким образом, пульсовое давление более 50 мм рт. ст. является причиной для беспокойства в любом возрасте и не должно игнорироваться у пожилых людей только из-за известного возрастного увеличения пульсового давления.

По данным O'Rourke M. и Nichols W. [15] наблюдаемое небольшое увеличение СПВ артерии среднего размера (мышечной артерии) с возрастом в условиях увеличения СПВ крупной артерии, отсутствие изменения TINF с возрастом мотивировало спорное предположение о том, что старение связано с согласованием импеданса центральных и периферических артерий и дистальным смещением участков отражения. Это предположение Torjesen A и соавт. [14] было выдвинуто в качестве ключевого механизма для микрососудистых заболеваний, связанных со старением. Однако это предположение бросает вызов устоявшимся принципам передачи и отражения пульсовой волны и основано на несостоятельном предположении, что «соответствие СПВ» эквивалентно соответствию импеданса. Более того, неточность опоры на TINF (высокочастотная характеристическая точка давления, исключительно подверженная ошибкам измерения) в качестве суррогата СПВ была продемонстрирована в клинических и экспериментальных исследованиях [16]. TINF также сильно зависит от других факторов, помимо времени отражения артериальной волны, включая характер сокращения ЛЖ. Поэтому остается неясным, действительно ли старение связано с более ранним приходом отражений волн, что имеет важные последствия для нашего понимания роли отражений волн и микрососудистых заболеваний при старении.

Отраженные волны сосудистого давления являются ключом к пониманию старения сосудов, важного фактора основных сердечно-сосудистых событий. Здоровье сосудов изучается с помощью пульсовой артериальной гемодинамики, и несколько ключевых показателей старения сосудов были выявлены в показаниях пульсового давления, таких как СПВ, время отражения (Trefl) и индекс аугментации (AI) [17].

В частности, отраженные волны часто изучаются для определения сердечно-сосудистых

свойств [17]. Отраженные волны возникают, когда движущиеся вперед волны давления попадают в эффективное место отражения (которое на практике является наложением нескольких мест) и отражаются обратно к своему источнику (в данном случае к сердцу). В эластичных артериях надлежащим образом синхронизированные отраженные волны помогают поддерживать давление во время диастолы, однако они могут оказывать неблагоприятное воздействие по мере того, как с возрастом сосуды становятся жестче, что приводит к увеличению СПВ. При увеличении СПВ, которое более чем удваивается в аорте в возрасте от 17 до 70 лет, отраженные волны продвигаются в систолу и добавляются к систолическому давлению [14]. Это увеличивает пиковое систолическое, конечное диастолическое давление и среднее АД и способствует нагрузке на сосуды [13].

Таким образом, имеющиеся данные убедительно подтверждают, что отражения пульсовых волн, которые раньше достигают проксимальной части аорты, а увеличение СПВ с возрастом, вредны для целевых органов, включая сердце и мозг.

Половые различия жесткости артерий и параметров отраженной волны. Продолжительность жизни мужчин ниже, чем у женщин [18]. Модели поведения, связанные со здоровьем, которые могут отчасти вызывать такие заболевания, чаще встречаются у мужчин, чем у женщин: употребление алкоголя, употребление мяса и курение [19]; и эти модели поведения в отношении здоровья прогнозируются на основе поддержки и соблюдения мужчинами традиционных взглядов на мужественность [20]. Действительно, исследования показали, что определенные нездоровые формы поведения рассматриваются как «признак» мужественности и что мужчины могут, таким образом, выбирать нездоровые формы поведения, чтобы доказать свой мужественный статус и соответствовать преобладающим гендерным нормам. Важно отметить, что мужчины также реже обращаются к врачу, когда испытывают боль или заболевают. Традиционные нормы мужественности противостоят обращению за помощью, поскольку от мужчин ожидают самостоятельности и не поощряют показывать слабость или быть излишне эмоциональными [21].

Гендерный разрыв в ожидаемой продолжительности жизни между женщинами и мужчинами сократился за последний 15-летний период во всех странах [22]. Гендерный разрыв в продолжительности жизни все больше был обусловлен различиями в смертности в более

старшем возрасте для всех стран в период 1998–2016 гг. и что в целом прирост продолжительности жизни был больше для мужчин, чем для женщин [23]. Однако относительное преимущество в отношении здоровья, которым обладают женщины, компенсируется уровнем летальности от коронарных осложнений, который превышает показатель у мужчин (32% против 27%) [24]. Это гендерное различие не полностью объясняется факторами риска. Хотя у женщин распространенность ИБС меньше, чем у мужчин, они все же имеют значительно более высокий уровень смертности или госпитализации из-за сердечной недостаточности [25,26]. По данным Becker R и соавт. [27] при изучении исходов у 350 755 пациентов с острым инфарктом миокарда, из которых 122 243 получали тромболитическую терапию, в 1073 больницах США, сотрудничающих с Национальным регистром инфаркта миокарда США было выявлено, что частота постинфарктного разрыва ЛЖ была непропорционально высока у женщин, составляя до половины зарегистрированных случаев, несмотря на более низкую общую частоту ИБС у женщин. Эти данные свидетельствуют о том, что у женщин условия сосудистой нагрузки значимо выше по сравнению с мужчинами.

Податливость сонной артерии у детей значительно выше, чем у взрослых женщин и мужчин. В то время как у молодых женщин артериальная жесткость ниже, чем у мужчин, с возрастом наблюдается ее увеличение [28]. У пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями половой диморфизм также обратный, с большей артериальной жесткостью у женщин, чем у мужчин. Например, у пациентов с диастолической сердечной недостаточностью показатели артериальной жесткости выше у женщин, чем у мужчин. Эта большая артериальная жесткость у женщин с сердечно-сосудистыми заболеваниями сохраняется даже после поправки на возраст, индекс массы тела, среднее артериальное давление и частоту сердечных сокращений [29]. Учитывая, что половые различия играют важную роль в физиологии сердечно-сосудистой системы, включение жесткости артерий в качестве дополнительной переменной при диагностике может служить биомаркером для мониторинга здоровья ССС.

Индекс аугментации (AIx) – это измерение артериальной жесткости, полученное из формы волны давления с помощью аппланационной тонометрии путем приложения небольшого давления к лучевой артерии. Значения рассчитываются как разница между высотой

отраженной волны и систолическим пиком, деленная на пульсовое давление. Аппланационная тонометрия лучевой артерии позволяет избежать усиления периферического давления и позволяет анализировать центральную форму волны. По мере того, как артерии становятся жестче, отраженная волна распространяется быстрее, что приводит к увеличению высоты и, следовательно, более высокому AIx [17]. Однако клинические исследования показали, что уменьшение артериального давления не всегда снижает AIx , что может быть связано с влиянием ЧСС на данный параметр [30].

Отражение артериальной волны происходит от каждого разветвления артериальных сосудов. Длина аорты соответствует росту тела, поэтому отражение артериальной волны происходит позже у более высоких людей. Рост является одной из возможных переменных, которая могла бы объяснить повышенные значения индекса аугментации у женщин по сравнению с мужчинами в популяции, поскольку в среднем женщины ниже мужчин. Рост женщин были в среднем на 13 см ниже мужчин, причем различия между мужчинами и женщинами в AIx и $AIx75$ сохранялись даже после поправки на рост [31]. Более того, наблюдалась отрицательная корреляция между AIx и ростом, и не было никаких различий в артериальном давлении или возрасте, которые могли бы объяснить высокие значения AIx и $AIx75$ у женщин по сравнению с мужчинами.

Gatzka C и соавт. [32] изучали пожилых нелеченых гипертоников, включая 104 пары мужчин и женщин с одинаковым ростом. Авторы продемонстрировали, что отражение артериальной волны происходило раньше во время систолы у женщин, чем у мужчин с таким же ростом. Исследование также показало, что у женщин был более мелкий диаметр артерий и повышенная артериальная жесткость по сравнению с мужчинами с таким же ростом, что заставляет отраженную волну перемещаться быстрее и прибывать в центральные артерии раньше с большей амплитудой и продолжительностью. В исследовании Costa-Hong V и соавт. [33] хотя женщины были ниже ростом, чем мужчины в том же возрасте, AIx , $AIx75$ и центральное систолическое АД у женщин были выше, что, вероятно, связано с более быстрой отраженной волной, приводящей к увеличению индекса аугментации. Индексы центральной гемодинамики являются независимыми предикторами будущих сердечно-сосудистых событий и смертности от всех причин [34]. Центральное давление не совсем

соответствует плечевому давлению из-за усиления пульса давления от аорты к периферическим артериям [35]. По сравнению с периферическим давлением, центральное артериальное давление, как было показано, является лучшим предиктором сердечно-сосудистых заболеваний и имеет прогностическое значение как для сердечно-сосудистых фатальных, так и для нефатальных событий. Индекс аугментации (AIx) является переменной, полученной путем анализа пульсовых волн, полученных с помощью аппланационной тонометрии, и в основном воспроизводит увеличение формы волны давления в результате обратной отраженной волны от периферии к аорте. Показано, что AIx может предсказывать клинические события независимо от периферического давления [35]. На функциональные свойства крупных артерий потенциально влияют несколько факторов: рост [36], частота сердечных сокращений, продолжительность выброса левого желудочка и уровень артериального давления [37]. Однако информация о влиянии пола и постменопаузального периода на эти свойства артериальной стенки неоднозначна.

В исследовании Costa-Hong V и соавт. [33] молодые женщины имели меньший диаметр сонной артерии, что приводило к более раннему возвращению отраженной артериальной волны и большему индексу аугментации, чем мужчины того же возраста. Исследование Wilkinson I и соавт. [31] показали, что у женщин был меньший диаметр и более жесткие артерии, что увеличивало скорость пульсовой волны и приводило к более раннему возвращению отраженной артериальной волны, повышенному пульсовому давлению и большему индексу аугментации.

Исследование Costa-Hong V и соавт. [33] показало, что менопауза оказывает негативное влияние на факторы риска атеросклероза и коронарной болезни сердца (КБС) [38,39] и усиливает возрастное увеличение артериальной жесткости [40]. Менопауза присутствовала в исследовательской выборке Costa-Hong V и соавт. [33] у большого процента женщин (70%). Zaydun G и соавт. [41] предположили, что в ранней постменопаузальной фазе дефицит эстрогена может увеличивать возрастную артериальную жесткость.

Главным выводом исследования Costa-Hong V и соавт. [33] при изучении 122 обследуемых с АГ (70 женщины) является то, что индексы, связанные с увеличением отражения волн, радиальный AIx и $AIx75$, были выше у женщин, чем у мужчин с АГ, даже после корректировки

основных признанных переменных, связанных с отраженными волнами, таких как рост, вес и плечевое САД. Кроме того, авторы подчеркивают, что женщины в постменопаузе показали самые высокие индексы по сравнению с мужчинами того же возраста или более молодыми женщинами.

Заключение. Учитывая важность артериальной жесткости и параметров отраженной волны в развитии ССЗ и доказательства, подтверждающие половые различия в исходах, связанных с кардиоваскулярной патологией, включая развитие сердечной недостаточности с сохраненной ФВ ЛЖ, коронарную микрососудистую дисфункцию и даже смертность, необходимы дополнительные доклинические и клинические исследования для дальнейшего определения специфичных для пола

молекулярных механизмов прогрессирования артериальной жесткости при старении, ожирении и многих других клинических патологиях, связанных с ССЗ. Поиск решений в понимании молекулярных механизмов, лежащих в основе возрастных и половых различий в развитии артериальной жесткости, имеет решающее значение для определения новых фармакологических целей, специфичных для определенного возраста и пола, которые затем могут быть протестированы на клиническом уровне для снижения бремени ССЗ, связанного с ригидностью сосудов. Таким образом, сделанный анализ данных научных исследований убеждает в необходимости изучения возрастных и половых особенностей параметров жесткости артерий и отраженной волны, чтобы понять изменения в причинно-зависимых факторах разрывов в ожидаемой продолжительности жизни.

Литература

1. GBD 2016 Mortality Collaborators. Global, regional, and national under-5 mortality, adult mortality, age-specific mortality, and life expectancy, 1970–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*. 2017;390(10100):1084–1150. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31833-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31833-0)
2. Piepoli M, Hoes A, Agewall S, Albus C, Brotons C, Catapano AL, et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J*. 2016;37(29):2315–2381. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw106>
3. Lusis AJ. Atherosclerosis. *Nature*. 2000;407(6801):233–241. <https://doi.org/10.1038/35025203>
4. Oliveira AC, Cunha PMGM, Vitorino PVO, Souza ALL, Deus GD, Feitosa A, et al. Vascular Aging and Arterial Stiffness. *Arq Bras Cardiol*. 2022;119(4):604–615. English, Portuguese. <https://doi.org/10.36660/abc.20210708>
5. Franklin SS, Jacobs MJ, Wong ND, L'Italien GJ, Lapuerta P. Predominance of isolated systolic hypertension among middle-aged and elderly US hypertensives: analysis based on National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) III. *Hypertension*. 2001;37(3):869–874. <https://doi.org/10.1161/01.hyp.37.3.869>
6. World Health Organization. Global Action Plan for The Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013–2020. Geneva: [Accessed November 14, 2013]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241506236>
7. Centers for Disease Prevention and Control. Data and Statistics on Congenital Heart Defects. 2019; Available from: www.cdc.gov/ncbddd/heartdefects/data.html
8. Tucker T. Physics Linkages Between Arterial Morphology, Pulse Wave Reflection and Peripheral Flow. *Artery Res*. 2023;29:46–71. <https://doi.org/10.1007/s44200-023-00033-5>
9. O'Rourke M, Hashimoto J. Mechanical factors in arterial aging: a clinical perspective. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50(1):1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.12.050>
10. Izzo JL Jr. Brachial vs. central systolic pressure and pulse wave transmission indicators: a critical analysis. *Am J Hypertens*. 2014;27(12):1433–1442. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpu135>
11. Chae CU, Pfeffer MA, Glynn RJ, Mitchell GF, Taylor JO, Hennekens CH. Increased Pulse Pressure and Risk of Heart Failure in the Elderly. *JAMA*. 1999;281(7):634–643. <https://doi.org/10.1001/jama.281.7.634>
12. Цой Л.Г., Сабиров И.С., Полупанов А.Г. Состояние эндотелиальной функции у больных ишемической болезнью сердца пожилого возраста, осложненной хронической сердечной недостаточностью в процессе лечения бета-блокатором бисопрололом. *Вестник КРСУ*. 2021;21(1):93–97.

13. Franklin SS, Pio JR, Wong ND, Larson MG, Leip EP, Vasan RS, et al. Predictors of new-onset diastolic and systolic hypertension: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2005;111(9):1121-7. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000157159.39889.EC>
14. Torjesen AA, Wang N, Larson M, Hamburg NM, Vita JA, Levy D, et al. Forward and backward wave morphology and central pressure augmentation in men and women in the Framingham Heart Study. *Hypertension*. 2014;64(2):259-65. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.03371>
15. O'Rourke M, Nichols W. Aortic diameter, aortic stiffness, and wave reflection increase with age and isolated systolic hypertension. *Hypertension*. 2005;45(4):652-8. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000153793.84859.b8>
16. Westerhof BE, Westerhof N. Magnitude and return time of the reflected wave: the effects of large artery stiffness and aortic geometry. *J Hypertens*. 2012;30(5):932-939. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e3283524932>
17. Sharman J, Davies J, Jenkins C, Marwick T. Augmentation index, left ventricular contractility, and wave reflection. *Hypertension*. 2009;54(5):1099-105. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.133066>
18. World Health Organization. Life Expectancy at Birth (Years). Available from: [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/life-expectancy-at-birth-\(years\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/life-expectancy-at-birth-(years))
19. Wilkinson AL, Fleming PJ, Halpern CT, Herring AH, Harris KM. Adherence to gender-typical behavior and high frequency substance use from adolescence into young adulthood. *Psychol Men Masc*. 2018;19(1):145-155. <https://doi.org/10.1037/men0000088>
20. Nakagawa S, Hart C. Where's the beef? How masculinity exacerbates gender disparities in health behaviors. *Socius*. 2019;5:237802311983180. <https://doi.org/10.1177/2378023119831801>
21. Mesler RM, Leary RB, Montford WJ. The impact of masculinity stress on preferences and willingness-to-pay for red meat. *Appetite*. 2022;171:105729. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105729>
22. European Commission: Directorate-General for Health and Consumers. The State of Men's Health in Europe. Publications Office; 2011. Available from: <https://data.europa.eu/doi/10.2772/60721> (Accessed February 23, 2024).
23. Feraldi A, Zarulli V. Patterns in age and cause of death contribution to the sex gap in life expectancy: a comparison among ten countries. *Genus*. 2022;78(1):23. <https://doi.org/10.1186/s41118-022-00171-9>
24. Prentice D, Carranza E. What women and men should be, shouldn't be, are allowed to be, and don't have to be: the contents of prescriptive gender stereotypes. *Psychol. Women Q*. 2002;26:269-281. <https://doi.org/10.1111/1471-6402.t01-1-00066>
25. Meslé F, Vallin J. Historical trends in mortality. In: Rogers R, Crimmins E, eds. *International handbook of adult mortality*. Vol 2. Springer: Dordrecht; 2011:9-47. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9996-9_2
26. Концевая А.В., Мырзаматова А.О., Халматов А.Н., Худяков М.Б., Полупанов А.Г., Алтымышева А.Т. и др. Результаты 4-летнего проспективного наблюдения в исследовании Интерэпид: факторы, влияющие на заболеваемость и смертность популяции в сельских регионах России и Кыргызской Республики. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2018;17(2):49–56. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2018-2-49-56>
27. Becker RC, Gore JM, Lambrew C, Weaver WD, Rubison RM, French WJ, et al. A composite view of cardiac rupture in the United States National Registry of Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol*. 1996;27(6):1321-1326. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(96\)00008-3](https://doi.org/10.1016/0735-1097(96)00008-3)
28. Marlatt KL, Kelly AS, Steinberger J, Dengel DR. The influence of gender on carotid artery compliance and distensibility in children and adults. *J Clin Ultrasound*. 2013;41(6):340-346. <https://doi.org/10.1002/jcu.22015>
29. Russo C, Jin Z, Palmieri V, Homma S, Rundek T, Elkind MS, et al. Arterial stiffness and wave reflection: sex differences and relationship with left ventricular diastolic function. *Hypertension*. 2012;60(2):362-368. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.112.191148>
30. Coutinho T, Bailey KR, Turner ST, Kullo IJ. Arterial stiffness is associated with increase in blood pressure over time in treated hypertensives. *J Am Soc Hypertens*. 2014;8(6):414-421. <https://doi.org/10.1016/j.jash.2014.03.330>
31. Wilkinson IB, MacCallum H, Flint L, Cockcroft JR, Newby DE, Webb DJ. The influence of heart rate on augmentation index and central arterial pressure in humans. *J Physiol*. 2000;525(Pt 1):263-270. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00263.x>

32. Gatzka CD, Kingwell BA, Cameron JD, Berry KL, Liang YL, Dewar EM, et al. Gender differences in the timing of arterial wave reflection beyond differences in body height. *J Hypertens.* 2001;19(12):2197-2203. <https://doi.org/10.1097/00004872-200112000-00013>
33. Costa-Hong VA, Muela HCS, Macedo TA, Sales ARK, Bortolotto LA. Gender differences of aortic wave reflection and influence of menopause on central blood pressure in patients with arterial hypertension. *BMC Cardiovasc Disord.* 2018;18(1):123. <https://doi.org/10.1186/s12872-018-0855-8>
34. Vlachopoulos C, Aznaouridis K, O'Rourke MF, Safar ME, Baou K, Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with central haemodynamics: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J.* 2010;31(15):1865-1871. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq024>
35. Davies JI, Struthers AD. Pulse wave analysis and pulse wave velocity: a critical review of their strengths and weaknesses. *J Hypertens.* 2003;21(3):463-472. <https://doi.org/10.1097/00004872-200303000-00004>
36. London GM, Guerin AP, Pannier BM, Marchais SJ, Metivier F. Body height as a determinant of carotid pulse contour in humans. *J Hypertens Suppl.* 1992;10(6):S93-S95. PMID: 1432337.
37. Hayward CS, Kelly RP. Gender-related differences in the central arterial pressure waveform. *J Am Coll Cardiol.* 1997;30(7):1863-1871. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(97\)00378-1](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(97)00378-1)
38. Do KA, Green A, Guthrie JR, Dudley EC, Burger HG, Dennerstein L. Longitudinal study of risk factors for coronary heart disease across the menopausal transition. *Am J Epidemiol.* 2000;151(6):584-593. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a010246>
39. Takahashi K, Miura S, Mori-Abe A, Kawagoe J, Takata K, Ohmichi M, et al. Impact of menopause on the augmentation of arterial stiffness with aging. *Gynecol Obstet Invest.* 2005;60(3):162-166. <https://doi.org/10.1159/000086570>
40. Polupanov AG, Khalmatov AN, Altymysheva AT, Lunegova OS, Mirrakhimov AE, Sabirov IS, et al. The prevalence of major cardiovascular risk factors in a rural population of the chui region of Kyrgyzstan: the results of an epidemiological study. *The Anatolian Journal of Cardiology.* 2020;24(3):183-191. <https://doi.org/10.14744/AnatolJCardiol.2020.59133>
41. Zaydun G, Tomiyama H, Hashimoto H, Arai T, Koji Y, Yambe M, et al. Menopause is an independent factor augmenting the age-related increase in arterial stiffness in the early postmenopausal phase. *Atherosclerosis.* 2006;184(1):137-142. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2005.03.043>

Сведения об авторах

Фазылов Наил-Мурadbек Назир-Мурadbekович – аспирант кафедры терапии №2 специальности "Лечебное дело", Кыргызско-Российский Славянский Университет им. Б.Н. Ельцина, г. Бишкек, Кыргызская Республика. <https://orcid.org/0000-0001-66459-9630>. E-mail: n.fazylov@mail.ru

Наркулова Гулнара Орозбековна – аспирант кафедры пропедевтики внутренних болезней с курсами эндокринологии и профпатологии, Кыргызская Государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, г. Бишкек, Кыргызская Республика. <https://orcid.org/0000-0002-8668-7266>, SPIN-код: 6885-7411. E-mail: geta_8708@mail.ru

Шаршеналиева Гульзат Кубанычбековна – старший преподаватель кафедры пропедевтики внутренних болезней с курсами эндокринологии и профпатологии, Кыргызская Государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, г. Бишкек, Кыргызская Республика. <https://orcid.org/0000-0002-8118-3915>, SPIN-код: 5700-8454. E-mail: sh.gulzat1506@gmail.com

Абдыкалыкова Жазира Абдыкалыковна – ассистент кафедры пропедевтики внутренних болезней с курсами эндокринологии и профпатологии, Кыргызская Государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, г. Бишкек, Кыргызская Республика. <https://orcid.org/0009-0002-5307-8365>. E-mail: jazika_95kg@mail.ru

Сабиров Ибрагим Самижонович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой терапии № 2 специальности "Лечебное дело", Кыргызско-Российский Славянский Университет им. Б.Н Ельцина; профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней с курсами эндокринологии и профпатологии, Кыргызская Государственная медицинская академия им. академика И.К. Ахунбаева, г. Бишкек, Кыргызская Республика. <https://orcid.org/0000-0002-8387-5800>. E-mail: sabirov_is@mail.ru

Для цитирования

Фазылов Н.М., Наркулова Г.О., Шаршеналиева Г.К., Абдыкалыкова Ж.А., Сабиров И.С. Возрастные и гендерные различия показателей жесткости артерий и параметров отраженной волны. Евразийский журнал здравоохранения. 2025;1:84-93. <https://doi.org/10.54890/1694-8882-2025-1-84>