



Обоснование использования ультразвуковой доплерографии для измерения каротидно-феморальной скорости пульсовой волны. Мнение по проблеме

Посохов И. Н., Ионова Е. А., Бетуганова А. Т.

Представленный обзор сравнивает различные аспекты методов оценки жесткости аорты: катетерного, магнитно-резонансной томографии, апplanationционной тонометрии и ультразвуковой доплерографии сонных и бедренных артерий. Данные литературы свидетельствуют о том, что в клинической практике для диагностики доклинического поражения аорты при артериальной гипертензии наиболее доступным является ультразвуковое измерение каротидно-феморальной скорости пульсовой волны. Обсуждаются особенности методологии проведения данного исследования.

Ключевые слова: каротидно-феморальная скорость пульсовой волны, жесткость аорты, ультразвуковая доплерография, отношение поток-давление.

Отношения и деятельность: нет.

ФГБУ Государственный научный центр РФ — Федеральный медицинский биофизический центр им. Бурназяна ФМБА России, Москва, Россия.

Посохов И. Н.* — д.м.н., профессор кафедры терапии, университет ИНО, ORCID: 0000-0002-2381-0351, Ионова Е. А. — д.м.н., профессор, зав. кафедрой лучевой диагностики, университет ИНО, ORCID: 0000-0002-6084-2061,

Бетуганова А. Т. — аспирант кафедры терапии, университет ИНО, ORCID: 0009-0003-6290-6289.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): igor@posohov.ru

АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, СПВ — скорость пульсовой волны, КФСВ — каротидно-феморальная скорость пульсовой волны, МРТ — магнитно-резонансная томография.

Рукопись получена 03.12.2025

Рецензия получена 31.12.2025

Принята к публикации 01.03.2026



Для цитирования: Посохов И. Н., Ионова Е. А., Бетуганова А. Т. Обоснование использования ультразвуковой доплерографии для измерения каротидно-феморальной скорости пульсовой волны. Мнение по проблеме. *Российский кардиологический журнал*. 2026;31(9S):6729. doi: 10.15829/1560-4071-2026-6729. EDN: YBDKFT

Rationale for the use of Doppler ultrasound for measuring carotid-femoral pulse wave velocity. Opinion on the problem

Posokhov I. N., Ionova E. A., Betuganova A. T.

This review compares the following various methods for aortic stiffness assessment: catheter-based, magnetic resonance imaging, applanation tonometry, and carotid and femoral artery Doppler ultrasound. Literature data indicate that ultrasound measurement of carotid-femoral pulse wave velocity is the most accessible method in clinical practice for diagnosing preclinical aortic lesions in hypertension. The methodology of this study is discussed.

Keywords: carotid-femoral pulse wave velocity, aortic stiffness, ultrasound Doppler, pressure-flow relationship.

Relationships and Activities: none.

State Scientific Center of the Russian Federation — Burnazyan Federal Medical and Biophysical Center, Moscow, Russia.

Posokhov I. N.* ORCID: 0000-0002-2381-0351, Ionova E. A. ORCID: 0000-0002-6084-2061, Betuganova A. T. ORCID: 0009-0003-6290-6289.

*Corresponding author:

igor@posohov.ru

Received: 03.12.2025 **Revision Received:** 31.12.2025 **Accepted:** 01.03.2026

For citation: Posokhov I. N., Ionova E. A., Betuganova A. T. Rationale for the use of Doppler ultrasound for measuring carotid-femoral pulse wave velocity. Opinion on the problem. *Russian Journal of Cardiology*. 2026;31(9S):6729. doi: 10.15829/1560-4071-2026-6729. EDN: YBDKFT

В клинических рекомендациях по артериальной гипертензии (АГ) за последние годы [1, 2] можно отметить возрастающее признание измерения скорости пульсовой волны (СПВ) для оценки доклинического поражения органов-мишеней при АГ. Разнообразные методы измерения или оценки СПВ отличаются по точности, обоснованности и доступности [3]. Наиболее точным признан катетерный метод, широкое применение которого ограничено инвазивностью. В практике и клинических исследованиях применяют неинвазивный каротидно-феморальный метод с использованием апplanationционных датчиков [4].

Однако в отечественном приборостроении подобные устройства практически не представлены. Другие способы оценки СПВ (плече- и сердечно-лодыжечные, или с более проксимальным расположением датчиков) характеризуются неоднозначностью определения пути прохождения волны по артериям эластического или мышечного типа, и поэтому существенно менее точны в оценке доклинического поражения именно аорты. Ряд методов (одноманжеточные или на основе одноточечной фотоплетизмографии) неприемлемы, т.к. основаны не на измерениях, а на вычислениях.

Ключевые моменты

- Среди "прокси"-методов измерения скорости пульсовой волны (СПВ) наиболее точным и приемлемым для клинической практики является каротидно-феморальный метод.
- Особенности взаимоотношений "давление-поток" в сонной и бедренной артериях позволяют использовать для вычислений СПВ скоростные спектры, получаемые в данных сосудах при доплерографии.
- Методологические аспекты проведения процедуры с использованием доплерографии во многом схожи с традиционно применяемой апplanationной тонометрией.

Key messages

- Among the proxy methods for measuring pulse wave velocity (PWV), the carotid-femoral method is the most accurate and clinically acceptable.
- The specific pressure-flow relationships in the carotid and femoral arteries allow the use of Doppler velocity spectra obtained for PWV estimation.
- The methodological aspects of performing the procedure using Doppler ultrasound are largely similar to those of traditionally used applanation tonometry.

ниях с использованием необоснованных модельных предположений [5].

При измерении каротидно-феморальной СПВ (КФСВ) привлекает возможность замены апplanationных датчиков другими, более доступными ультразвуковыми линейными датчиками для доплерографии сосудов. Такая возможность указывается в крупных обзорах [3, 5]. Однако наиболее изученным, освещённым в литературе и применяемым способом измерения КФСВ до сих пор остаётся апplanationная тонометрия, в основе которой лежит регистрация волн артериального давления (АД). Регистрация же скоростей потоков для применения в клинике обсуждалась в несравнимо меньшей степени и может быть недостаточно использована практикующими специалистами, в случае их слабой осведомлённости о взаимоотношениях "поток-давление". Целью обзора является восполнение данного пробела в знаниях врачей, имеющих дело с АГ.

"Золотые стандарты"

Изучая многочисленные литературные источники, в т.ч. о новых технических решениях в регистрации пульсовых волн, в первую очередь нужно иметь в виду клиническое значение определения жесткости артерий. Строго говоря, в гипертензиологии наибольшее значение имеет жесткость аорты: именно эта характеристика самой крупной и самой эластичной артерии человеческого организма и определяет возможные сердечно-сосудистые риски у пациента с АГ. Хотя и предполагается, что атеросклероз охватывает многие сегменты сосудистого русла [6], всё же информация о распространении пульсовых волн по другим артериям, например, по артериям мышечного типа, имеет второстепенное и несравнимо меньшее значение по сравнению с показателями аорты [5].

Соответственно, к "золотому стандарту" оценки характеристик аорты следует относить те методы, в ко-

торых точки регистрации физических явлений, происходящих в данном органе, расположены непосредственно в ней или её стенках.

Исторически, первым "золотым стандартом" стал метод, при котором в аорту вводили катетеры и регистрировали кривые АД в двух точках на известном удалении друг от друга (рис. 1 А). Метод относится к "золотому стандарту", т.к. его точность не подвержена никаким искажающим факторам и определена, во-первых, расстоянием L между точками регистрации волн давления (измеряемым в метрах) и задержкой Δt между волнами давления при их синхронной записи (в секундах), что выражается в формуле:

$$\text{СПВ} = L/\Delta t \text{ (м/сек)}.$$

Клиническое применение катетерного метода ограничено из-за его инвазивности [3]. Однако имеются также методы, позволяющие одновременно регистрировать и расстояние между точками интереса и задержки времени прихода волн в эти точки. Они возникли благодаря развитию магнитно-резонансной томографии (МРТ) и признаются в настоящее время вторым "золотым стандартом" измерения СПВ [3, 5, 7]. В отличие от катетерного инвазивного метода, точек интереса может быть много, и количество их ограничивается только разрешающей способностью томографа (рис. 1 Б). Это даёт возможность оценивать как общую (тотальную) жесткость аорты, так и жесткость в каком-либо определённом сегменте, что может быть полезно при оценке аневризм или другой патологии корня и восходящей аорты при заболеваниях аортального клапана, врождённых аномалиях.

"Прокси"-методы

Получили также распространение методы, где точки регистрации расположены не в аорте или её стенке, а на удалении от неё, проксимально. К "прокси"-методам относят и каротидно-феморальный способ, и способы с ещё более удалёнными местами регистрации сигналов. Наименьшими искажениями среди всех "прокси"-методов характеризуется измерение КФСВ (рис. 1 В), поскольку регистрирующие сигнал датчики расположены в наиболее близких к органу-

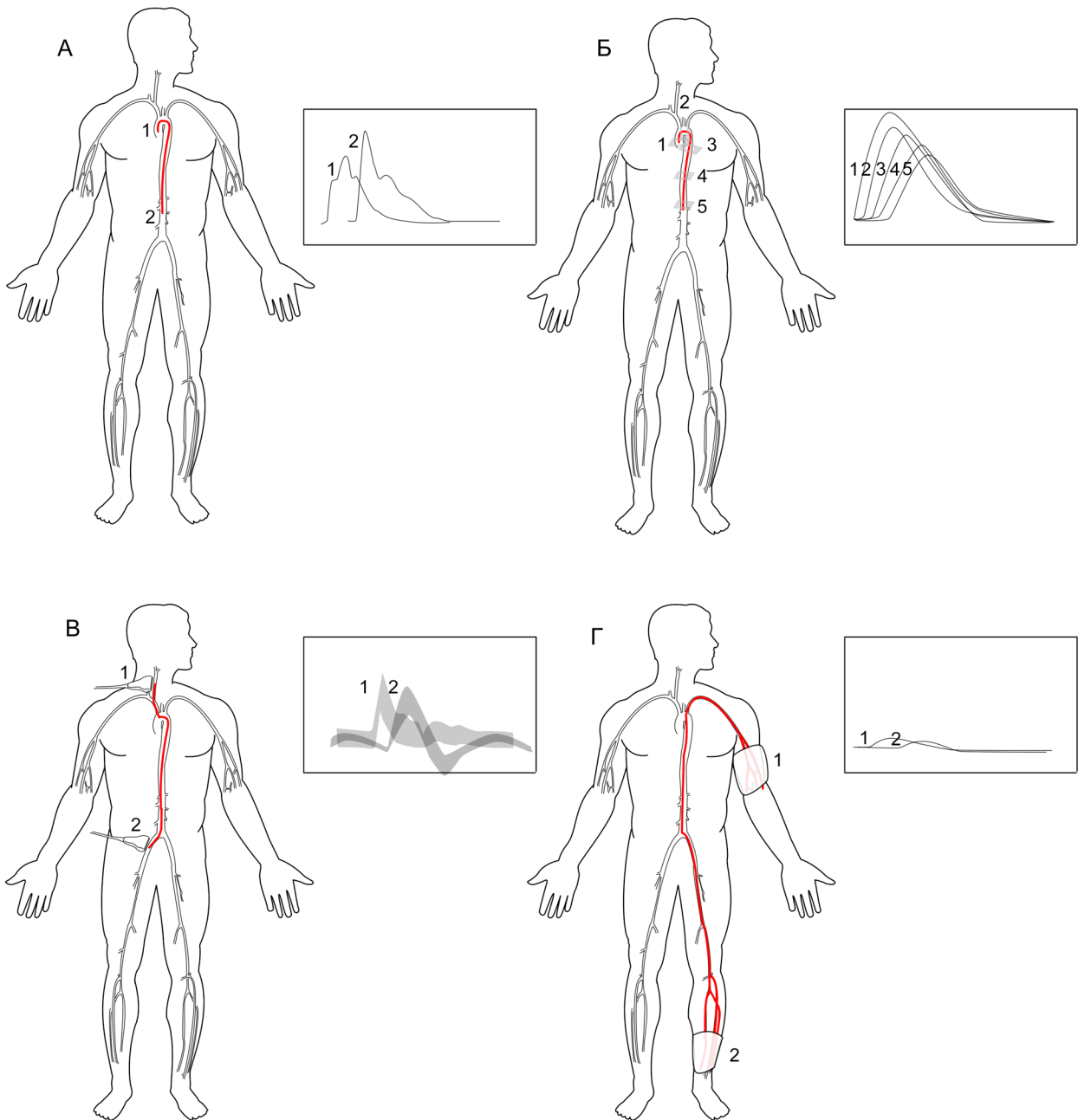


Рис. 1. Методы измерения СПВ. **А:** катетерный; **Б:** с помощью МРТ; **В:** каротидно-фemorальный; **Г:** плече-лодыжечный.

Примечание: цифрами обозначены точки регистрации сигналов и получаемые кривые. Цветом обозначены сегменты артериального русла, задействованные в определении доклинического поражения аорты при АГ, а также вмешивающиеся в оценку сегменты при использовании "прокси"-методов.

мишени областях поверхности тела, к которым подходят крупные артерии — каротидная и бедренная, что позволяет с удовлетворительной точностью судить о физических свойствах аорты, и, соответственно, относительно достоверно устанавливать её возможное доклиническое поражение при АГ.

Благодаря отсутствию инвазивного вмешательства, как при катетерном способе, и необходимости сложной логистики, как при МРТ, каротидно-фemorальный метод завоевал признание и широко используется в как научно-исследовательской, так

и в клинической практике. Хорошо известен и обоснован порог в 10 м/с, при котором признаётся доклиническое поражение аорты [8], получены также справочные значения КФСВ для людей различного возраста с разным уровнем АД [9]. Все эти результаты основаны на исследованиях с применением аппарата для аппланационной тонометрии артерий, производящегося в Австралии [10], что для отечественной практики является минусом.

Метод не лишён и других недостатков, потенциально приводящих к искажению получаемой информа-

ции [3]. Дело в том, что, в отличие от "золотых стандартов", дистанция L определяется не в соответствии с ходом изучаемого сегмента артериального русла, а подменена поверхностной дистанцией. Эта дистанция складывается из расстояния от точки на поверхности шеи над местом регистрации пульсовых волн в сонной артерии до ярёмной вырезки грудины, и расстояния от данной вырезки до места на поверхности бедра, где регистрируется пульс бедренной артерии, а также, кроме этого, коэффициента 0,8. Данный коэффициент определён на основании томографических исследований и принят в настоящий момент всей мировой медицинской общественностью. Следует признать, что поверхностная дистанция в ряде случаев не соответствует индивидуальным особенностям анатомии аорты, особенно в пожилом возрасте, когда она извита, а также может, например, округляться, либо иным образом неверно субъективно интерпретироваться в зависимости от предпочтений оператора, измеряющего КФСРВ. Тем не менее, несмотря на недостатки, а скорее благодаря простоте и доступности, КФСРВ получила большое распространение в мире, и в конце концов это привело к включению её в клинические рекомендации, советуемые при наличии оборудования применять её измерение для оценки доклинического поражения аорты.

Меньшее признание получили (в основном только за счёт количества спонсируемых публикаций) другие "прокси"-методы, при которых точки регистрации сигналов расположены на большем, чем при измерении КФСРВ, удалении от аорты. Примером такого метода может быть плече-лодыжечная или, как разновидность, сердечно-лодыжечная СРВ (рис. 1 Г) и дополнительные расчёты, якобы дающие независимость получаемых индексов от АД [11, 12]. Среди всех остальных имеющихся способов измерений СРВ, у таких "выраженных" "прокси" самые критичные недостатки. Во-первых, максимально проявляется неясность с дистанцией, отмеченная выше. Во-вторых, в задействованных сегментах представлены артерии как эластического, так и мышечного типа, выраженность поражений которых может быть неравномерна: например, можно предположить, что при артериосклерозе Монкеберга и подобных заболеваний вклад будут больше вносить лодыжечные сегменты, при хронической ишемии конечностей атеросклеротического генеза — бедренные и т.д. В обзоре, выражающем позицию Американской Коллегии Кардиологов (ACC), методы измерения СРВ, при которых регистрация сигнала производится из точек более проксимальных, чем при измерении КФСРВ, оценены крайне низко: на 2 балла из 5 возможных [5]. Место в клинической практике таких методов всё ещё предстоит уточнить, по возможности избегая энтузиазма, провоцируемого производителями оборудования.

Таким образом, наиболее оптимальным доступным методом, пригодным для применения в диагностике АГ, является измерение КФСРВ.

Взаимоотношение "поток-давление"

Регистрацию скоростей потоков для измерения СРВ достаточно широко применяют при использовании различных модальностей томографии, чаще МРТ. Впрочем, исторически, вначале использования МРТ для изучения жёсткости, отправной точкой для расчётов были всё-таки изменения диаметра артерии. Изменения диаметра аорты, исходя из представлений о податливости, связаны с изменением давления: податливость является отношением изменений диаметра к изменениям АД. Соответственно, при измерениях исходили из того, что скорость распространения начальной стадии расширения просвета вдоль аорты эквивалентна скорости распространения начала волны повышения давления. Синхронность в регистрации диаметра аорты в ранних МРТ достигалась выполнением томографического среза по плоскости, пересекающей как восходящую, так и нисходящую часть аорты (значения диаметра регистрировали в так называемом режиме 2D), а для измерения дистанции использовали перпендикулярную плоскость, в которой видна вся дуга аорты и возможны измерения дистанции между точками в восходящей и нисходящей части [3].

Взаимоотношения "поток-давление" описаны в фундаментальных трудах о кровотоке в артериях. Ещё в середине прошлого века исследователи заинтересовались тем, что в прилежащих к аорте артериях (например, в бедренной) при одновременной записи потока и давления начало их нарастания происходит синхронно. Затем пик скорости потока несколько опережает пик давления. Опережение было объяснено пульсирующим характером кровотока, с помощью сложных формул [13]. Однако, если речь идёт о двух точках регистрации сигналов и дистанции между ними, это опережение не имеет никакого значения, если ориентироваться на самое начало ещё пока синхронного нарастания как потока, так и давления.

Данные закономерности широко используют в исследованиях СРВ с помощью программного обеспечения для МРТ, обеспечивающего визуализацию скоростей потока в режиме 4D [7]. В этом режиме рассматривается как восходящая и нисходящая, так и грудная аорта. Более высокую эффективность 4D режима измерения СРВ по сравнению с 2D объясняют большей длиной рассматриваемого сегмента, что может делать общую оценку более устойчивой к низкому временному разрешению при использовании 4D режима. Действительно, даже если 2D-данные имеют вдвое большее временное разрешение, чем 4D-данные, СРВ при этом оценивается на основе времени прохождения, рассчитанного для вдвое более короткого сегмента аорты. КФСРВ ещё менее подвержена по-

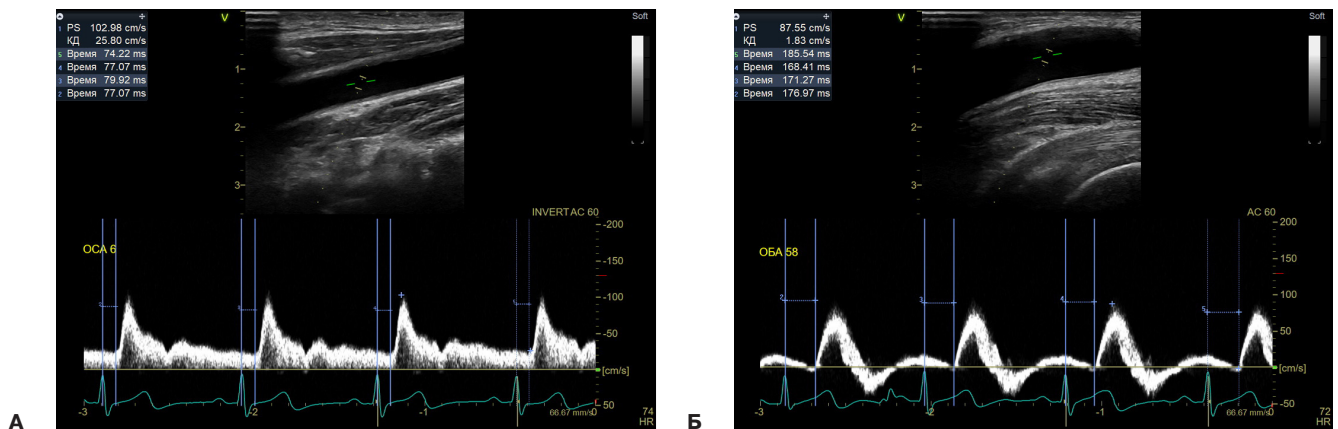


Рис. 2. Пациентка Н, 26 лет. А) Спектрограмма кровотока в сонной артерии, Б) Спектрограмма кровотока в бедренной артерии.

Примечание: время, указанное в правом верхнем углу рисунка А, является временем транзита потока от сердца до точки сонной артерии, расположенной на 3 см ниже её бифуркации, измеренное в течение 4-х ударов пульса. Среднеарифметическое этого времени составляет 76 мс. Среднеарифметическое время транзита от сердца до точки бедренной артерии, расположенной на 3 см ниже её бифуркации, составляет 175 мс. В секундах разница во времени составляет 0,09825 с, и при скорректированной на 0,8 поверхностной дистанции в 0,53 метра, каротидно-фemorальная СПВ составляет 5,4 м/с, что соответствует возрастной норме при нормальном АД.

добным проблемам измерения благодаря ещё более высокому временному разрешению; однако при этом данный "прокси"-метод отражает общее (диффузное) поражение артерий, в то время как СПВ, измеренная МРТ в 4D режиме, фокусируется на центральной части аорты; именно поэтому МРТ приближается ко второму "золотому стандарту" оценки доклинического поражения органов-мишеней.

Так или иначе, теоретически, доплерография, регистрирующая начало ускорения потока в сонной и бедренной артериях, вполне может удовлетворять требованиям, которые предъявляют к методу измерения КФСВ, рекомендуемому в руководящих документах научных обществ по АГ.

Методологические аспекты

Подготовка пациента для доплерографии сонных и бедренных артерий аналогична стандартной подготовке при измерениях КФСВ обычным аппланационным методом, включая 5-10-минутный отдых в покое, исключение курения, алкоголя, переполненного мочевого пузыря и всего, что может повлиять на АД. Для измерения поверхностной дистанции требуется ассистент, поскольку оператор должен удерживать датчик после его установки в место оптимальной визуализации сосуда и вывода контрольного объёма, позволяющего получать качественные пики потоков. Поверхностную дистанцию измеряют после такой установки от метки на линейном датчике, указывающей на его середину, до ярёмной вырезки. Процедура измерения дистанции проводится при доплерографии как сонной артерии, так и бедренной. Для удобства измерения поверхностной дистанции, согласно нашему опыту, вполне уместно нанесение контрольной точки в области ярёмной вырезки маркером с бриллиантовым зелёным. Представляется инте-

ресной возможность измерения поверхностной дистанции с помощью электронной рулетки, встроенной в смартфон. Вероятно, это позволит не прибегать к помощи ассистента.

Как и в методе с аппланационной тонометрией, дистанция корректируется коэффициентом 0,8 [5]. Возможно также использование вычисления сурrogата поверхностной дистанции на основе других антропометрических показателей (таких как рост, вес) вместо прямых измерений [14], однако такой подход нуждается в дополнительной проверке, прежде чем может быть рекомендован в практику. Точки для установки контрольного объёма при доплерографии должны быть стандартизированы, привязаны к известным анатомическим ориентирам, например, находящимся на определённом расстоянии от бифуркаций.

На рисунке 2 представлен пример регистрации и измерения времени транзита потока от сердца до артерий у одного из пациентов, включённого в группу идущего в настоящий момент исследования. Для измерения этого времени спектрограмма кровотока синхронизирована с электрокардиограммой (мы использовали электрокардиографический модуль для ультразвукового аппарата, позволяющий делать трёхканальную запись, и выбирали канал с наиболее качественным сигналом). Пример расчёта КФСВ приведён в подписи к рисунку.

Хорошо известно, что АД человека обладает вариабельностью, в т.ч. краткосрочной, "от удара к удару" [15]. Так как СПВ сильно зависит от АД, что определяется известными физическими законами [13], требуется измерение времени транзита потока при нескольких ударах пульса, а затем вычисление среднеарифметического из полученных значений. В крайне малочисленной литературе, касающейся оценок вре-

мени транзита потока в сонной и бедренной артериях, нет единого мнения, сколько значений следует усреднять [3, 16]. При более высокой вариабельности времени транзита потока или АД требуется больше измерений, а при нормальной — меньше. Данный вопрос также нуждается в дополнительном уточнении.

В отсутствии явного начала ускорения потока, что на доплерограмме проявляется недостаточно ясной точкой пересечения кривой спектра с изолинией, возможно использование так называемого "тангенсного" метода (по аналогии с тангенсным методом в аппланационной тонометрии артерий), когда начальный наклон кривой продолжается графически, вперёд, до пересечения с изолинией [17].

Наши данные показывают отличную воспроизводимость измерений КФСРВ при использовании для вычислений различных методов определения каротидно-фemorальной дистанции [18].

Заключение

В решении актуальной проблемы медицины в области диагностики доклинического поражения аорты при АГ всё ещё есть области, открытые для исследования. Немаловажным условием в достижении такого решения является использование информативных и точных диагностических техник. Применение до-

плерографии сонной и бедренной артерий, согласно описанной выше методике, может быть одним из таких инструментов. Хотя методика и относится к "прокси", из всех возможных неинвазивных методов, использующих регистрацию сигналов на удалении от объекта интереса гипертензиолога — органа-мишени, аорты, она наименьшим образом подвержена возможности искажения диагностических данных. Дополнительным плюсом в характеристике данной техники диагностики является широкая доступность её выполнения вследствие повсеместного распространения в клинических учреждениях ультразвуковых аппаратов. Ряд методологических аспектов нуждается в выработке стандартов (например, чёткое описание анатомических ориентиров для сканирования, количество усредняемых значений и т.п.), по которым методика с применением доплерографии может применяться. В связи с этим авторы настоящего обзора надеются, что в случае широкого внедрения описанной техники стандарты возникнут в результате общения членов научного и медицинского сообщества, обмена опытом.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

- Kobalava ZhD, Konradi AO, Nedogoda SV, et al. 2024 Clinical practice guidelines for Hypertension in adults. Russian Journal of Cardiology. 2024;29(9):6117. (In Russ.) Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Недогода С.В. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2024. Российский кардиологический журнал. 2024;29(9):6117. doi:10.15829/1560-4071-2024-6117.
- Mancia G, Kreutz R, Brunström M, et al. 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension: Endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA). J Hypertens. 2023;41(12):1874-2071. doi:10.1097/HJH.0000000000003480.
- Segers P, Rietzschel ER, Chirinos JA. How to Measure Arterial Stiffness in Humans. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2020;40(5):1034-43. doi:10.1161/ATVBAHA.119.313132.
- Gurevich AP, Ionov MV, Emelianov IV, et al. Baseline characteristics of hypertensive patients with descending thoracic or abdominal aortic aneurysm referred for endovascular treatment. Russian Journal of Cardiology. 2024;29(11):6051. (In Russ.) Гуревич А.П., Ионоу М.В., Емельянов И.В. и др. Исходные данные пациентов с артериальной гипертензией и аневризмой нисходящего грудного или брюшного отделов аорты, направленных для эндоваскулярного лечения. Российский кардиологический журнал. 2024;29(11):6051. doi:10.15829/1560-4071-2024-6051.
- Chirinos JA, Segers P, Hughes T, Townsend R. Large-Artery Stiffness in Health and Disease: JACC State-of-the-Art Review. J Am Coll Cardiol. 2019;74(9):1237-63. doi:10.1016/j.jacc.2019.07.012.
- Zyubanova IV, Mordovin VF, Lichikaki VA, et al. Vascular aging: the role of hypertension, obesity and meta-inflammation. "Arterial'naya Gipertenziya" ("Arterial Hypertension"). 2024;30(6):553-61. (In Russ.) Зюбанова И.В., Мордовин В.Ф., Личикаки В.А. и др. Сосудистое старение: роль артериальной гипертензии, ожирения и метавоспаления. Артериальная гипертензия. 2024;30(6):553-61. doi:10.18705/1607-419X-2024-2474.
- Nguyen LA, Houriez-Gombaudo-Saintonge S, Puymirat E, et al. Aortic Stiffness Measured from Either 2D/4D Flow and Cine MRI or Applanation Tonometry in Coronary Artery Disease: A Case-Control Study. J Clin Med. 2023;12(11):3643. doi:10.3390/jcm12113643.
- Gapon LI. Hypertension and arterial wall stiffness in clinical practice: literature review. Russian Journal of Cardiology. 2024;29(5):5924. (In Russ.) Гапон Л.И. Артериальная гипертония и жесткость артериальной стенки в клинической практике: обзор литературы. Российский кардиологический журнал. 2024;29(5):5924. doi:10.15829/1560-4071-2024-5924.
- Kodithuwakku V, Breslin M, Hersant J, et al. Establishing Reference Values for Pulse Wave Velocity in Young People: The Youth Vascular Consortium. Hypertension. 2025;82(7):1234-45. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.125.25007.
- Nagorny MB, Kuchmin AN. Review of 20-year results of ASCOT Legacy. Russian Journal of Cardiology. 2023;28(5):5457. (In Russ.) Нагорный М.Б., Кучмин А.Н. Обзор результатов ASCOT Legacy 20 лет. Российский кардиологический журнал. 2023;28(5):5457. doi:10.15829/1560-4071-2023-5457.
- Kaveshnikov VS, Trubacheva IA. Age-related features of correlation between cardio-ankle vascular index and frequency of detection of carotid atherosclerosis in general population of working age. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2024;13(4):170-8. (In Russ.) Кавешников В.С., Трубачева И.А. Возрастные особенности корреляции между сердечно-лодыжечным сосудистым индексом и частотой выявления каротидного атеросклероза в общей популяции трудоспособного возраста. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2024;13(4):170-8.
- Polyakova EA, Konradi AO, Baranova EI, et al. Hypertension in peri- and postmenopausal women: mechanisms, management, observation. Russian Journal of Cardiology. 2024;29(1):5729. (In Russ.) Полякова Е.А., Конради А.О., Баранова Е.И. и др. Артериальная гипертензия у женщин в пери- и постменопаузальный период: особенности патогенеза, лечения, наблюдения. Российский кардиологический журнал. 2024;29(1):5729. doi:10.15829/1560-4071-2024-5729.
- McDonald's blood flow in arteries: theoretical, experimental and clinical principles / edited by Nichols WW, O'Rourke MF, Edelman ER, Vlachopoulos Ch. Taylor & Francis, 2022. p. 585. ISBN: 9780815368847.
- Weir-McCall JR, Brown L, Summersgill J, et al. Development and Validation of a Path Length Calculation for Carotid-Femoral Pulse Wave Velocity Measurement: A TASCFORCE, SUMMIT, and Caerphilly Collaborative Venture. Hypertension. 2018;71(5):937-45. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.10620.
- Gorbulov VM, Smirnova MI, Kurekhyan AS, Drapkina OM. Evaluation of office and ambulatory blood pressure in the practice of a primary care physician. Guidelines. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2023;22(7):3666. (In Russ.) Горбунов В.М., Смирнова М.И., Курехян А.С., Драпкина О.М. Оценка клинического и амбулаторного артериального давления в практической работе врача первичного звена здравоохранения. Методические рекомендации. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2023;22(7):3666. doi:10.15829/1728-8800-2023-3666.
- Buyuksimsek M, Gulumsek E, Demirtas D, et al. Carotid-femoral pulse wave velocity is significantly increased in newly diagnosed hypertensive patients with primary hyperparathy-

roidism and significantly related with serum calcium level. J Ultrasound. 2021;24(4):439-46. doi:10.1007/s40477-020-00512-4.

17. Tairi A, Obeid H, Addour S, et al. Assessing the Validity of Computerized Algorithms for Determining Pulse Wave Velocity: A Clinical Study. Pulse (Basel). 2025;13(1):62-71. doi:10.1159/000543354.

18. Посохов И.Н., Бетуганова А.Т. Воспроизводимость ультразвукового доплерографического измерения скорости пульсовой волны при различных способах оценки поверхностной каротидно-фemorальной дистанции. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2026;25(7):4720. doi:10.15829/1728-8800-2026-4720. EDN: PULIYS.

Адреса организаций авторов: ФГБУ Государственный научный центр РФ — Федеральный медицинский биофизический центр им. Бурназяна ФМБА России, ул. Маршала Новикова, д. 23, Москва, 123098, Россия.

Addresses of the authors' institutions: State Scientific Center of the Russian Federation — Burnazyan Federal Medical and Biophysical Center, Marshal Novikov str., 23, Moscow, 123098, Russia.

Паспорт доверия статьи

Параметр	Результат	Параметр	Результат
Раскрытие вклада каждого автора	Присутствует	Проверка литературных источников	Присутствует
Раскрытие конфликта интересов	Присутствует	Проверка на заимствования и генерацию	Присутствует
Предоставление декларации ИИ	Присутствует	Постпубликационный мониторинг	Присутствует