

**«СОВРЕМЕННЫЕ НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ
АРТЕРИАЛЬНОЙ РИГИДНОСТИ»**

Сергутова Наталья Петровна

*кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской терапии с
курсами физиотерапии, лечебной физкультуры
Медицинского института ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П.Огарева»
430005, Россия, город Саранск, улица Большевистская, д. 68
sergutovanp@mail.ru*

Усанова Анна Александровна

*доктор медицинских наук, профессор, кафедра факультетской
терапии с курсами физиотерапии, лечебной физкультуры,
Медицинский институт, ФГБОУ ВО «НИ МГУ им. Н.П. Огарева»
430005, Россия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68*

Гуранова Наталья Николаевна

*кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской
терапии с курсами физиотерапии, лечебной физкультуры
Медицинского института ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»
430005, Россия, город Саранск, ул. Большевистская, д. 68*

Киселева Людмила Александровна

*студентка
Медицинского института ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»
Огарёва» 430005, Россия, город Саранск, ул. Большевистская, д. 68*

АННОТАЦИЯ

Существуют различные методики по определению региональной, локальной и системной жесткости для анализа артериальной ригидности. Более эффективными способами регистрации пульсовой волны для применения на территории Российской Федерации, в перспективе, официально могут быть выбраны технологии SphygmoCor, суточный монитор АД VpLab с функцией

Vasotens и прибор VaSera VS-1000 (VaSera VS-1500). Сегодня продолжает существовать потребность в дальнейшем расширении и продолжении разработок по оценке сосудистой жесткости для применения вышеуказанных технологий на территории Российской Федерации (РФ) в первичном амбулаторном звене (при проведении профилактических осмотров и выявлении групп повышенного сердечно-сосудистого риска).

ABSTRACT

Methods for studying systemic, local, and regional rigidity have been proposed to assess the stiffness of the vascular system. The most clinically effective methods for registering a pulse wave for use on the territory of the Russian Federation in the future can be officially selected SphygmoCor technologies, a BpLab daily monitor with Vasotens function, VaSera VS-1000 device (VaSera VS-1500). At present, there continues to be a need for further expansion and continuation of studies on the assessment of vascular stiffness using the above technologies in the territory of the Russian Federation in the primary outpatient unit when conducting preventive examinations and identifying groups of increased cardiovascular risk.

Ключевые слова: приборы, сосудистая стенка, показатели жесткости.

Keywords: devices, vascular wall, stiffness indicators.

Актуальность

В настоящий момент смертность от кардиоваскулярной патологии в Российской Федерации (РФ) и в странах зарубежья занимает первое место [1].

Для предотвращения сердечно-сосудистых осложнений (ССО) для лиц с высокой вероятностью их возникновения проводятся периодические медицинские осмотры и дальнейшее осуществление профилактических мероприятий. Большое значение имеет определение такого интегрального показателя сердечно-сосудистого риска (ССР) как артериальной ригидности,

вызывающий развитие ССО через непосредственное воздействие на сосудистую стенку [2,3].

К показателям сосудистой ригидности относятся: скорость пульсовой волны, лодыжечно-плечевой индекс, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс, индекс аугментации, время распространения отраженной волны, центральное аортальное давление, центральное пульсовое давление, индекс ригидности артерий. Огромное количество показателей обусловлено научным интересом и наличием большого количества соответствующих приборов.

Согласно последним европейским и национальным рекомендациям для динамического контроля бессимптомного поражения органов-мишеней и предсказания сердечно-сосудистых событий выделена оценка таких показателей как скорость каротидно-фemorальной пульсовой волны и лодыжечно-плечевой индекс [4]. Но до сих пор в практическом здравоохранении на территории РФ официально не предложен прибор, рекомендуемый для исследования сосудистой ригидности и возмещаемый страховыми компаниями.

Цель работы.

Провести анализ существующих неинвазивных способов оценки сосудистой жесткости и выделить наиболее перспективные на современном этапе для использования в клинической деятельности.

В основе неинвазивных методов и устройств лежат разнообразные способы регистрации пульсовой волны, которые делятся на плетизмографические и сфигмографические. Плетизмографические системы обеспечивают регистрацию и обработку сигнала изменения пульсового кровенаполнения участка тела или сосуда. Сфигмографические способы осуществляют преобразование механических колебаний стенки артерии в выходной информационный сигнал [5]. Метод сфигмографии используется в приборах автоматического измерения артериального давления крови и системах ангиографии. Выделяют два основных вида осуществления

сфигмографического метода: аппланационная сфигмография и компрессионная (объёмная) сфигмография.

Для определения системной сосудистой ригидности определяют системный артериальный комплаенс — податливость (изменение абсолютного диаметра или площади сечения сосудов при определенном уровне давления), с помощью прибора HDI/PulseWave CR-2000 Research CardioVascular Profiling System (Hypertension Diagnostics Inc, Eagan, MN, США). Данный метод основан на регистрации пульса на уровне лучевой артерии и установления отражения в диастолу в виде затухающей синусоидальной волны. [6].

Определение локальной жесткости сосудов дает возможность прямого измерения жесткости сосудистой стенки путем измерения пульсовых изменений диаметра артерий в ответ на пульсовое изменение давления [3]. Для этого используют визуализирующие методы, позволяющие измерить пульсовые изменения диаметра артерий в ответ на пульсовое изменение давления. Основным методом неинвазивного определения эластических свойств артериальной стенки - ультразвуковое исследование (УЗИ), который обеспечивает изображение стенки артерии, дает информацию о ее толщине и эхогенности, позволяет определить размеры и локализацию участков стеноза, оценить плотность атеросклеротической бляшки и степень ремоделирования сосудистой стенки [7].

Пульсовые изменения диаметра артерий и толщину интимы-медии определяют с помощью эхо-трекинг системы, благодаря которой можно вычислить локальную СРПВ, определить кривую изменения диаметра артерии под действием давления, вычислить эластический модуль Юнга [1]. Этот показатель важно измерять так как он оценивает эластические свойства именно артериальной стенки.

К показателям регионарной сосудистой жесткости относят каротидно-феморальную СРПВ (СПВкф), форму пульсовой волны центральных сосудов и взаимоотношение давления и диаметра сосуда [3]. СПВкф оценивают методом «foot-to-foot» на аппарате Complior (Artech Medical, Франция). Прибор

одновременно регистрирует пульсовые волны в двух точках артериального дерева с помощью пьезоэлектрических датчиков [6].

С помощью прибора SphygmoCor (AtCor Medical, Австралия) пульсовые волны регистрируются последовательно высокоточным аппланационным тонометром, который накладывается на проксимальную (сонную) и, с коротким промежутком, на дистальную (бедренную) артерии, при этом одновременно регистрируется ЭКГ. СПВкф вычисляется с использованием времени прохождения волны между точками регистрации, определяемого с помощью зубца R на ЭКГ. Для этого определяется время между зубцом R на ЭКГ и возникновением пульсации [8].

Прибор «SphygmoCor» является одним из наиболее точных приборов, используемых для вычисления СПВкф, который, также, используется для расчета показателей центрального артериального давления в аорте на основе анализа пульсовой волны, снимаемой в лучевой артерии, что обеспечивает большее удобство и лучшее качество измерения [9].

В приборе PulsePen (Diatecne, Италия) для регистрации пульсовой волны также используется аппланационный тонометр. Аппарат Pulse Trace PWV (Micro Medical, Великобритания) регистрирует последовательно пульсовые волны в сонной и бедренной артериях, но с помощью доплеровского датчика, и, сопоставив с R-зубцом ЭКГ, определяет СПВкф в аорте. Метод отличается простотой исследования и рекомендован для эпидемиологических исследований [6].

В аппарате ПолиСпектр СПВ, (НейроСофт, Россия) для регистрации пульсовой волны на сонной и лучевой артерии используются пьезоэлектрические датчики, а для бедренной артерии - объемная сфигмография [10].

Несмотря на высокую достоверность и воспроизводимость каротидно-феморального метода определения СРПВ, признанного в качестве «золотого стандарта» при оценке артериальной жесткости, этот метод характеризуется некоторыми трудностями при использовании, связанными со сложностью

регистрации пульсовых волн, с этическими проблемами регистрации пульсовой волны на бедренной артерии.

Японскими исследователями предложен новый показатель жесткости – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (СЛСИ) CAVI (Cardio-Ankle Vascular Index). Он позволяет оценить жесткость сосудов вне зависимости от уровня растягивающего АД, действующего на стенку артерии в момент регистрации пульсовой волны [11]. Проведенные отечественными учеными исследования также свидетельствуют, что индекс CAVI не зависит от уровня растягивающего давления.

В Японии предложен простой метод объемной сфигмографии для определения СРПВ на участке от плечевой артерии до лодыжки, реализованный в приборах VaSera VS – 1000 (Fukuda Denshi, Япония) и Colin VP-1000 (Omron Healthcare, Япония). Это наиболее глобальный участок, который используется для оценки жесткости сосудов артериальной системы. Установлено, что плече-лодыжечная СПВ (СПВпл) хорошо коррелирует с аортальной СРПВ и с выраженностью ИБС. Метод позволяет определить не только СПВпл, но и индекс аугментации на плечевых и сонных артериях [12].

В последние годы в Японии предложена новая версия объемного сфигмографа - VaSera VS-1500, CAVI & BPBalance (FUKUDA DENSHI CO., LTD.). На данных приборах определяется новый показатель сосудистой жесткости - индекс CAVI, основанный на модификации сердечно-лодыжечной СРПВ, а также оценивают ЛПИ и биологический возраст сосудов. Важным преимуществом аппаратов VaSera VS-1000 и VS-1500 является не только возможность одновременной регистрации уровней АД в бассейнах верхних и нижних конечностей, но и возможность наглядной оценки баланса уровней АД в четырех сосудистых бассейнах [13,14].

Для оценки артериальной жесткости используется метод анализа формы периферической пульсовой волны, регистрируемой при помощи пальцевой фотоплетизмографии. Метод основан на прохождении инфракрасного излучения через палец (приборы «PulseTrace PCA» (Micro Medical,

Великобритания), «CardioMon» (Medifina, Австрия) и «Mobil-O-Graf» (IEM, Германия)). В указанных приборах выполняется запись обычной сфигмограммы, регистрируются уровни АД, определяется индекс аугментации, который характеризует величину отраженной волны [8].

В приборе VPLab с функцией Vasotens («Петр Телегин», Россия) используется запись ЭКГ синхронно со сфигмограммой в процессе измерения АД. При этом измеряемой величиной является отрезок времени от максимума R-зубца ЭКГ до начала пульсовой волны на сфигмограмме, усредненной по всем кардиоциклам в пределах одного измерения АД [10].

В последние годы для контурного анализа пульсовых волн, приближенных к центральному пульсу, используется супрасистолический метод регистрации сфигмограмм. Он реализован в приборе Arteriograph (Tensiomed, Венгрия).

В настоящее время предложены и другие приборы, которые основаны на супрасистолическом методе регистрации пульсовой волны: «Vascular Lab» производства фирмы Enverdis (Германия) и «PulseCor» (Новая Зеландия).

Проведенные в последнее время сравнения осциллометрического супрасистолического (Arteriograf) с пьезоэлектрическим (Complior) и аппланационным тонометрическим (SphygmoCor) методами определения СПВ для оценки артериальной жесткости, показали при исследовании корреляции меньшее согласие супрасистолического и остальных методов, и подтвердили отсутствие их взаимозаменяемости [11].

Начиная с 2008 года в Российской Федерации разрешен к применению в медицинской практике диагностический аппаратно-программный комплекс (АПК) «Ангиоскан-01». «Ангиоскан» определяет центральное систолическое артериальное давление, индекс жесткости, индекс отражения, индекс аугментации, а также производит расчет возраста сосудистой системы [15].

Для измерения центрального давления может быть использован контурный анализ пульсовой волны сонной артерии. Прибор OMRON HEM-9000AI (OMRON, Япония) использует многоэлементный аппланационный тонометр. [11].

В приборе SphygmoCor (AtCor Medical, Австралия) для расчета показателей центрального давления в аорте используется пульсовая волна, снимаемая при помощи аппланационного тонометра в лучевой артерии, что обеспечивает большее удобство и лучшее качество измерения. Благодаря валидированным свойствам с высокой точностью воспроизводить форму волны центрального давления и определять СПВкф, прибор SphygmoCor в настоящее время получил международное признание и широкое распространение в мире в качестве стандартного средства при проведении больших и длительных клинических исследований, в которых оцениваются показатели не только центральной гемодинамики, но и СРПВ [15].

К перспективным направлениям в настоящее время относят оценку сосудистой жесткости с использованием ультразвуковых приборов и магнитно-резонансной томографии (МРТ). При помощи УЗ преобразователей можно получать сигналы в различных сосудистых областях, но чаще используют сонные и бедренные артерии. Кроме того, УЗИ используется для оценки локальной растяжимости сосудов (из поперечного сечения сосуда), чаще всего сонной артерии. Применение МРТ может оказаться таким же, как при УЗИ. Контрастная МРТ может быть использована для получения скорости кровотока вдоль любой заданной анатомической плоскости, но до настоящего времени это в основном являются предметом научных работ [3].

Дальнейшие разработки должны осуществляться по оценке сосудистой жесткости в первичном амбулаторном звене при проведении профилактических осмотров и выявлении групп повышенного сердечно-сосудистого риска. Предметом исследований должно стать изучение влияния жесткости магистральных сосудов на выживаемость пациентов при разных стадиях и фенотипах хронической сердечной недостаточности, в педиатрии по оценке взаимосвязи показателей сосудистой жесткости у детей и поражения органов – мишеней.

Выводы. На современном этапе в научно-исследовательских и практических целях по всему миру используется более двадцати приборов,

позволяющих определять различные показатели жесткости сосудистой стенки. И такое разнообразие методов и отсутствие единой системности усложняет понимание и затрудняет выбор наиболее оптимального до настоящего времени.

С января 2016 года в США, технология SphygmoCor одобрена для применения в рутинной клинической практике для измерения ЦАД, индекса аугментации, СРПВ и возмещается страховыми компаниями. На территории РФ по использованию суточного монитора АД VpLab с функцией Vasotens организован регистр, рассчитаны и валидизированы возрастные среднесуточные нормы значений СПВ и ЦАД.

С 2007 по 2016 год на территории РФ активно проводились исследования с использованием приборов VaSera VS-1000 и VaSera VS-1500 (Fucuda Densi, Япония) в крупных клиниках и научно-исследовательских центрах [16,17]. В результате, было выпущено более шести методических рекомендаций с достоверными и значимыми результатами (Москва 2013г, Ростов-на-Дону 2014г, г. Санкт-Петербург 2014 г, Курск 2014г, Кемерово 2014г, Нижний Новгород 2015г, Москва 2015г), что безусловно, увеличивает шансы данной методики быть выбранной и признанной, как эталон, для оценки показателей артериальной ригидности в практическом здравоохранении и, возможно в дальнейшем, возмещаемой страховыми компаниями [15,18, 19, 20].

Учитывая опыт зарубежных экспертов, а также согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике [21], можно сделать вывод, что наиболее перспективными методиками являются технологии SphygmoCor, суточный монитор АД VpLab с функцией Vasotens, прибор VaSera VS-1000 (VaSera VS-1500).

В настоящее время прибором, отвечающим всем требованиям (экономичность, доступность, воспроизводимость, мобильность, комплексность, доказанность прогностической значимости), является прибор VaSera VS-1000, а с 2009 года более модифицированный и укомплектованный аналог VaSera VS-1500. Именно этот прибор может быть более рациональным для применения в рутинной клинической практике (в комплексных программах

профилактического осмотра и диспансерного наблюдения) на территории РФ с целью оценки параметров артериальной ригидности (скорости распространения пульсовой волны, сердечно-лодыжечного сосудистого индекса, лодыжечно-плечевого индекса).

Библиографический список

1. Richardson C. Comparison of estimates of central systolic blood pressure and peripheral augmentation index obtained from the Omron HEM-9000AI and SphygmoCor systems / C. Richardson, K. Maki-Petaja, B. McDonnell et al. // *Artery Res.* – 2009. – Vol. 3, № 1. – P. 24-31.
2. Рекомендации по лечению артериальной гипертензии. ESH/ESC 2013. – *Российский кардиологический журнал.* – 2015. – №1 (105).– С. 7-94.
3. Laurent S. Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity / S. Laurent, L. M. Van Bortel, P. Boutouyrie et al. // *J Hypertens.* – 2012. – Vol. 30 (3). – P. 445-448.
4. Федотов А. А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга. / А. А. Федотов, С. А. Акулов // М. : Радио и связь, 2013. – 250 с.
5. Федотов А. А. Исследование сфигмографического измерительного преобразователя пульсовой волны / А. А. Федотов, А. С. Акулова // *Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета.* – 2015. – Т.14. – № 4. – С. 192-199.
6. Laurent S. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications / S. Laurent, J. Cockcroft, L. Van Bortel et al // *Eur. Heart J.* – 2006. – Vol. 27, № 21. – P. 2588-2605.
7. Балахонова Т. В. Ультразвуковые методы оценки толщины комплекса интима-медиа артериальной стенки / Т. В. Балахонова, М. И. Трипотень, О. А. Погорелова и др. // *SonoAce-Ultrasound – медицинский журнал по ультразвукографии.* – 2010. – № 21. – С. 57-63.

8. Boutouyrie P. New techniques for assessing arterial stiffness / P. Boutouyrie // *Diabetes Metab.* – 2008. – Vol. 34. – P. 21-26.
9. Милягин В. А. Современные методы определения жесткости сосудов / В. А. Милягин, В. Б. Комиссаров // *Артериальная гипертензия.* – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 134–143.
10. Назарова О. А. Оценка эластических свойств сосудов в клинике внутренних болезней / О. А. Назарова, О. М. Масленникова, В. Ю. Фомин // – Иваново. – 2007. – 98 с.
11. Takata M. Development of the cardio-ankle vascular index (CAVI), replacing earlier measures of arterial stiffness: on receipt of the Minister of Health, Labour and Welfare Prize for Industry-Academia-Government Cooperation / M. Takata // *CAVI. Now and Future.* – 2012. – Vol. 1. – P.5-11.
12. Рогоза А. Н. Современные методы оценки состояния сосудов у больных артериальной гипертонией. / А. Н. Рогоза, Т. В. Балахонова, Н. М. Чихладзе и др. // – Москва. – 2008. – 72 с.
13. Неинвазивные методы исследования магистральных сосудов: монография / [В. А. Милягин, И. В. Милягина, Н. Ю. Абраменкова и др.] – Смоленск, 2012. – 224 с.
14. Федеральная служба государственной статистики. Естественное движение населения Российской Федерации – [Электронный ресурс]. – 2015 г. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>. Дата обращения: 26.05.2016г.
15. Применение объемной сфигмографии при профилактических медицинских осмотрах работающих во вредных и опасных условиях труда / Методические рекомендации. ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора; под ред. Р.С. Рахманова – Нижний Новгород, 2015. – 24с.
16. Диагностика атеросклероза мезентериальных сосудов, клинически протекающего под «масками» гастропатий / Л. Н. Гончарова, Н.П. Сергутова [и др.] // *Вестник Мордовского университета.* 2016 . Т. 26, № 4. С. 505–521. DOI: 10.15507/0236-2910.026.201604.505-521

17. Применение объемной сфигмографии при профилактических медицинских осмотрах работающих во вредных и опасных условиях труда / Методические рекомендации. ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора; под ред. Р.С. Рахманова – Нижний Новгород, 2015. – 24с.
18. Метод объемной сфигмографии в медицине труда / Методические рекомендации / Бухтияров И.В., Измеров Н.Ф. и др. ФГБНУ «НИИ МТ» – Москва, – 2015. – 24с.
19. Методика измерения жесткости сосудистой стенки в практике кардиологического отделения / Методические рекомендации для кардиологов, сердечно-сосудистых хирургов, врачей ультразвуковой и функциональной диагностики, неврологов, эндокринологов. – Курск: КГМУ, – 2014. - 29с.
20. Сергутова Н.П. Возможности объемной сфигмографии как метода ранней диагностики патологии сосудистой стенки у больных с гастроэнтерологическими заболеваниями / Л.Н. Гончарова, В.Н. Антипова / Проблемы современной медицины: актуальные вопросы / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. г. Красноярск, – 2015. – 235с.
21. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике. – Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2016. – № 15 (2). С. 4-19.