

УТВЕРЖДАЮ

Ректор


ГБОУ ВПО РостГМУ

Минздрава России

  
С.В. Шлык  
«77» 2014 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела лечебной  
помощи взрослому населению  
МЗ РО

  
Т.Н. Коваленко  
«78» 2014 г.

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ростовский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

## Современные подходы к оценке жесткости сосудистой стенки в практике врача-терапевта

Методические рекомендации

Ростов-на-Дону – 2014

УДК 616.13/.16-07(075.9)

ББК 54.102я7

Д 75

Печатается по решению редакционно-издательского совета ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России

**Современные подходы к оценке жесткости сосудистой стенки в практике врача-терапевта** / Дроботя Н.В., Гусейнова Э.Ш., Пироженко А.А.; ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России, ФПК и ППС, каф. кардиоревматологии и функциональной диагностики с курсом детской кардиоревматологии; под ред. С.В. Шлык – Ростов-на-Дону: Изд-во РостГМУ, 2014. – 35 с.

Методические рекомендации предназначены для терапевтов, кардиологов, врачей ультразвуковой и функциональной диагностики, клинических ординаторов и интернов.

**Под редакцией**

**Шлык С.В., доктора медицинских наук, профессора**

**Авторский коллектив:**

*Дроботя Н.В.* – д.м.н., профессор, зав. кафедрой кардиоревматологии и функциональной диагностики с курсом детской кардиоревматологии ФПК и ППС ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России.

*Гусейнова Э.Ш.* – к.м.н., ассистент кафедры кардиоревматологии и функциональной диагностики с курсом детской кардиоревматологии ФПК и ППС ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России.

*Пироженко А.А.* – к.м.н., ассистент кафедры кардиоревматологии и функциональной диагностики с курсом детской кардиоревматологии ФПК и ППС ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России.

**Рецензент:**

*Кастанаян А.А.* – д.м.н., профессор зав. кафедрой внутренних болезней №2 ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России.

**Рекомендованы к изданию начальником отдела лечебной помощи взрослому населению Министерства здравоохранения Ростовской области Т.Н. Коваленко.**

ISBN 978-5-7453-0512-2

© ГБОУ ВПО РостГМУ Минздрава России, 2014  
© Дроботя Н.В., Гусейнова Э.Ш., Пироженко А.А., РостГМУ, 2014

<b>Содержание</b>	
<b>Список сокращений</b>	<b>4</b>
<b>Введение</b>	<b>5</b>
<b>Методические основы определения показателей жесткости сосудистой стенки</b>	<b>9</b>
<b>Группы наблюдения (собственные результаты)</b>	<b>13</b>
Оценка жесткости сосудистой стенки у лиц без кардио- васкулярной патологии	13
Оценка жесткости сосудистой стенки у лиц с факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний и осложнений	14
Оценка жесткости сосудистой стенки у больных артериальной гипертензией	17
Оценка жесткости сосудистой стенки у больных артериальной гипертензией на фоне эффективной антигипертензивной терапии	19
Оценка жесткости сосудистой стенки у больных артериальной гипертензией в сочетании с сахарным диабетом	22
Прогностические возможности определения жесткости сосудистой стенки у больных АГ	24
<b>Группы пациентов, подлежащих направлению на исследование с использованием методики компьютерной сфигмометрии</b>	<b>28</b>
<b>Заключение</b>	<b>29</b>
<b>Терапевтические алгоритмы, основанные на величине индекса CAVI, определяемого с помощью приборов VaSera- VS-1000 и VaSera VS-1500 (FUKUDA DENSHI, Япония)</b>	<b>30</b>
<b>Список использованной литературы</b>	<b>31</b>

## Список сокращений

А	–	максимальная скорость позднедиастолического наполнения
АГ	–	артериальная гипертензия
АД	–	артериальное давление
БВ	–	биологический возраст
ВИР	–	время изоволюмического расслабления
ДДЛЖ	–	диастолическая дисфункция левого желудочка
ДФЛЖ	–	диастолическая функция левого желудочка
Е	–	пиковая скорость раннего наполнения левого желудочка
Е/А	–	отношение максимальных скоростей трансмитрального потока
Е замедл.	–	скорость снижения градиента давлений ЛП/ ЛЖ
ЛПИ	–	лодыжечно-плечевой индекс
СД	–	сахарный диабет
СПВ	–	скорость распространения пульсовой волны
ССЗ	–	сердечно-сосудистые заболевания
ССО	–	сердечно-сосудистые осложнения
ТИМ	–	толщина интима-медиа
АВІ	–	лодыжечно- плечевой индекс (ЛПИ)
САVІ	–	сердечно-лодыжечный сосудистый индекс
L- PWV	–	скорость распространения пульсовой волны слева
R- PWV	–	скорость распространения пульсовой волны справа

## Введение

В настоящее время сердечно-сосудистые заболевания (ишемическая болезнь сердца и артериальная гипертензия – АГ) занимают первое место среди основных причин смертности в России и Европе [1]. Статистические прогнозы указывают на то, что данная тенденция сохранится и в ближайшие десятилетия.

Распространенность АГ составляет около 30-45% от общей численности населения и значительно возрастает с возрастом.

Не снижающийся уровень инвалидизации и смертности трудоспособного населения обусловлен высоким риском сердечно-сосудистых осложнений (ССО), прежде всего, инсультом и инфарктом миокарда.

Сосудистые заболевания мозга занимают второе место в структуре смертности от болезней системы кровообращения (39%) и общей смертности населения (23,4%). Показатель заболеваемости инсультом среди лиц трудоспособного возраста в России увеличился за последние 10 лет более чем на 30% [2]. Инсульт является лидирующей причиной инвалидизации населения: 1/3 перенесших его больных нуждаются в посторонней помощи, еще 20% не могут самостоятельно ходить и лишь каждый пятый может вернуться к трудовой деятельности.

Инсульт и инфаркт относятся к категории макрососудистых осложнений и самым тесным образом связаны с повышением жесткости артериальной стенки крупных магистральных сосудов у больных АГ.

В 1991 г. V. Dzau и E. Braunwald [3] сформулировали понятие единого сердечно-сосудистого континуума, которое прочно вошло в кардиологическую практику (рис. 1). Существование континуума подразумевает непрерывную последовательность этапов развития заболевания – от факторов риска до развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и их осложнений. Важнейшим компонентом данного континуума у больных АГ являются сосуды.

## Континуум сердечно-сосудистых заболеваний и жесткость сосудистой стенки

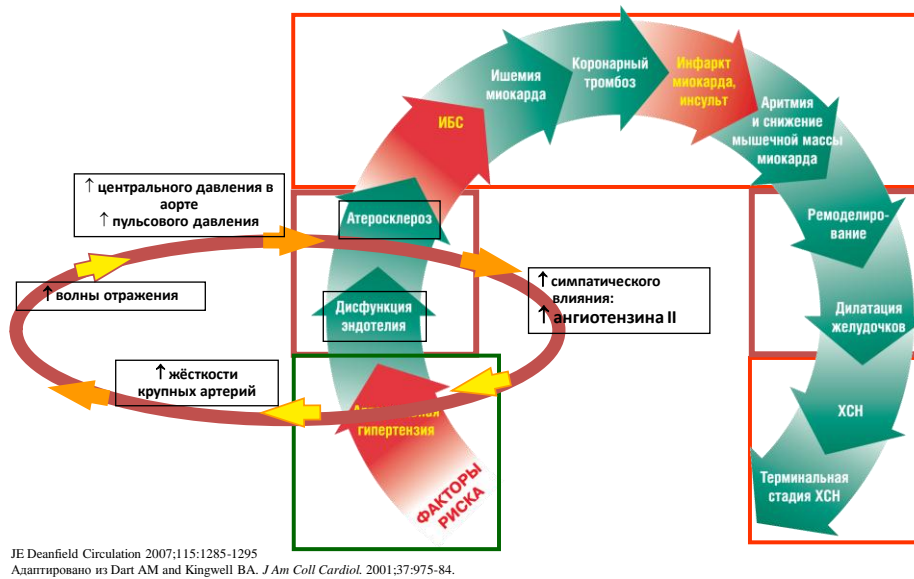
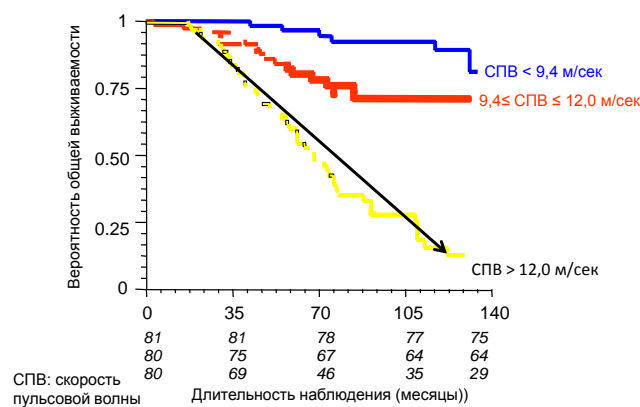


Рис. 1. Ремоделирование сосудистой стенки как компонент сердечно-сосудистого континуума.

За последние годы получены убедительные данные о роли повышенной жесткости сосудистой стенки в прогрессировании АГ и развитии ее основных осложнений.

- Исследование REASON [4]: чем выше жесткость сосудистой стенки (по показателю скорости пульсовой волны – СПВ), тем выше смертность (рис. 2).

Исследование REASON: СПВ и выживаемость



Blacher J et al. *Circulation.* 1999;99:2434-2439.

Рис. 2. Вероятность выживаемости в зависимости от величины СПВ.

- Исследование ASCOT-CAFÉ [5]: влияние антигипертензивной терапии на прогноз у больных АГ при сопоставимом снижении плечевого артериального давления (АД), зависит от степени снижения центрального давления в аорте, которое модулируется эластическими характеристиками крупных артерий
- Увеличение сосудистой жесткости предшествует развитию АГ независимо от уровня АД [6].
- Изменения сосудистой стенки регистрируются у пациентов с АГ уже на ранних стадиях заболевания [7, 8].
- Сила связи жесткости артерий с уровнем АД увеличивается по мере прогрессирования АГ [9, 10].
- СПВ, характеризующая жесткость сосудистой стенки, является маркером сердечно-сосудистого риска на основании фремингемских критериев. СПВ является более сильным предиктором фатальных и нефатальных ССО, чем курение, уровень глюкозы, общий холестерин и другие биологические маркеры [11].
- Наблюдение за пациентами с сахарным диабетом 2 типа: у умерших пациентов аорта была значительно жестче по сравнению с еще живыми пациентами и контрольной группой без диабета [12].

В европейских (2007) и российских (2008) рекомендациях по диагностике и лечению АГ сосудистая стенка была впервые обозначена как «орган-мишень» гипертензивного процесса, а повышенная СПВ включена в перечень критериев субклинического поражения органов-мишеней у больных АГ. Этот показатель сохранился и в новом пересмотре европейских рекомендаций, принятых в 2013 г. [13] (рис. 3, 4).

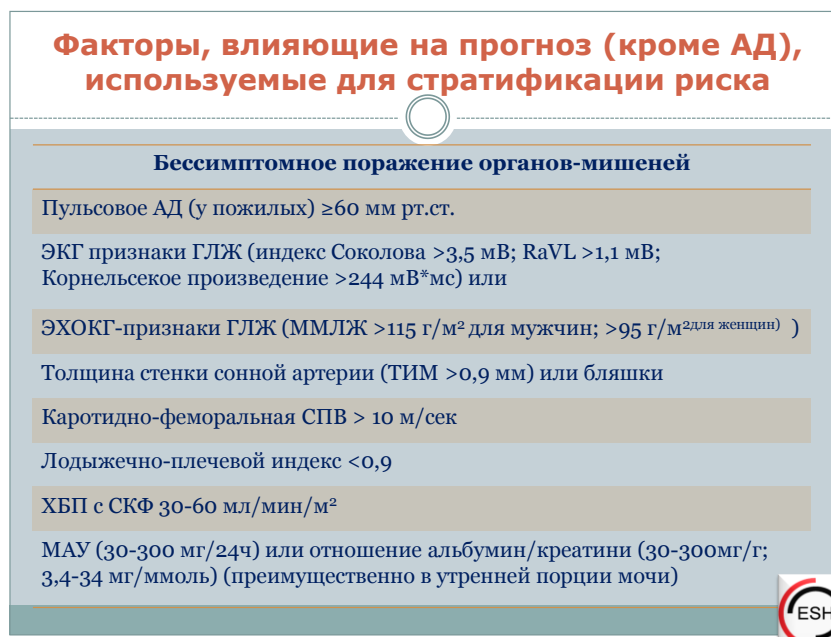
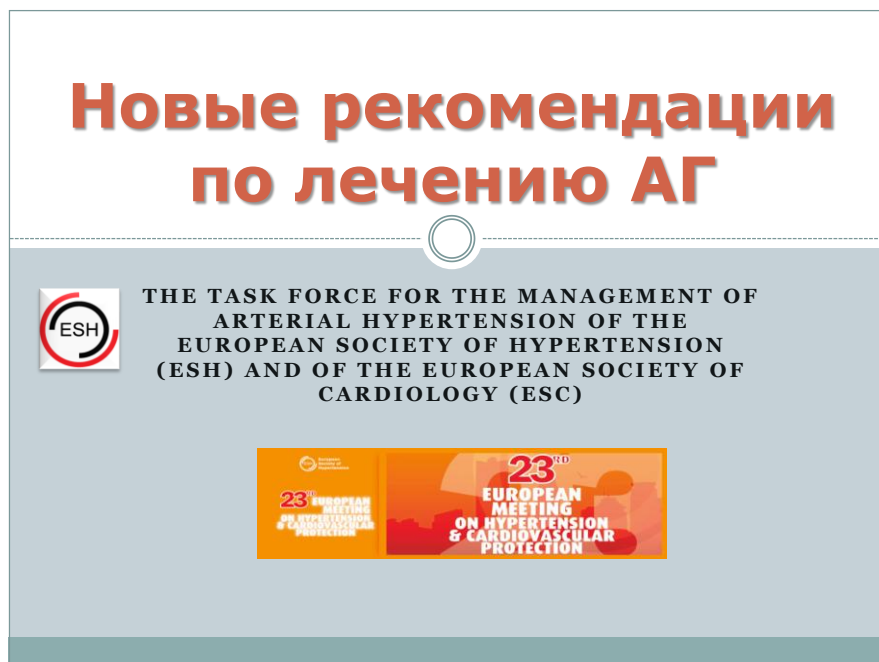


Рис. 3, 4. Каротидно-фemorальная СПВ обозначена как показатель, влияющий на прогноз у больных АГ, в новом пересмотре европейских рекомендаций по диагностике и лечению АГ.

В настоящее время определение показателей жесткости сосудистой стенки необходимо выполнять не только у больных АГ, но и в группах высокого риска развития ССЗ и ССО.

**Резюме. Жесткость сосудистой стенки является сильным независимым предиктором сердечно-сосудистых событий.**



## Методические основы

### определения показателей жесткости сосудистой стенки

Основными показателями жесткости сосудистой стенки являются:

- толщина стенки сонной артерии (ТИМ)
- каротидно-фemorальная СПВ
- лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ)

В клинической практике толщина стенки сонной артерии (комплекса интима-медиа) определяется на основании результатов ультразвукового исследования сонных артерий.

Основным методом определения СПВ и ЛПИ в настоящее время является метод объемной сфигмометрии, который положен в основу работы прибора VaSera-VS-1000 (FUKUDA DENSHI, Япония), представленного на российском рынке диагностической аппаратуры (рис. 5).

#### Система массового обследования сосудов VS-1000 (Fukuda Denshi, Япония )



#### Определяемые параметры

- Скорость распространения пульсовой волны
- Лодыжечно-плечевой индекс
- Сердечно-лодыжечный индекс (CAVI)

Рис. 5. Общий вид прибора VaSera-VS-1000 (FUKUDA DENSHI, Япония).

Прибор VaSera является сфигмоманометром и сфигмографом. Аппарат измеряет и автоматически регистрирует АД осциллометрическим методом,

плетизмограммы на 4-х конечностях (с помощью манжет), электрокардиограмму (ЭКГ) и фоногардиограмму (ФКГ).

Регистрируемые показатели:

- СПВ справа и слева (R-PWV, L-PWV)
- сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (R-CAVI и L-CAVI)
- биологический возраст артерий (БВ)
- лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ)

Данные показатели определяются прибором автоматически.

Принцип работы прибора и пример диагностического заключения представлены на рис. 6.

Сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (CAVI) – новый показатель для оценки истинной жесткости артерий [14]. Он является аналогом СПВ, но не зависит от уровня внутрисосудистого АД и отраженной волны в сосуде.

В соответствии с европейскими рекомендациями по диагностике и лечению АГ 2013 г. критическим значением СПВ является 10 м/с, а повышение СПВ более 10 м/с расценивается как субклиническое поражение сосудистой стенки. Верхняя граница нормы для показателя CAVI составляет 9. Следует помнить, что у пациентов со стенозом или окклюзией артерий нижних конечностей значения CAVI могут быть занижены.

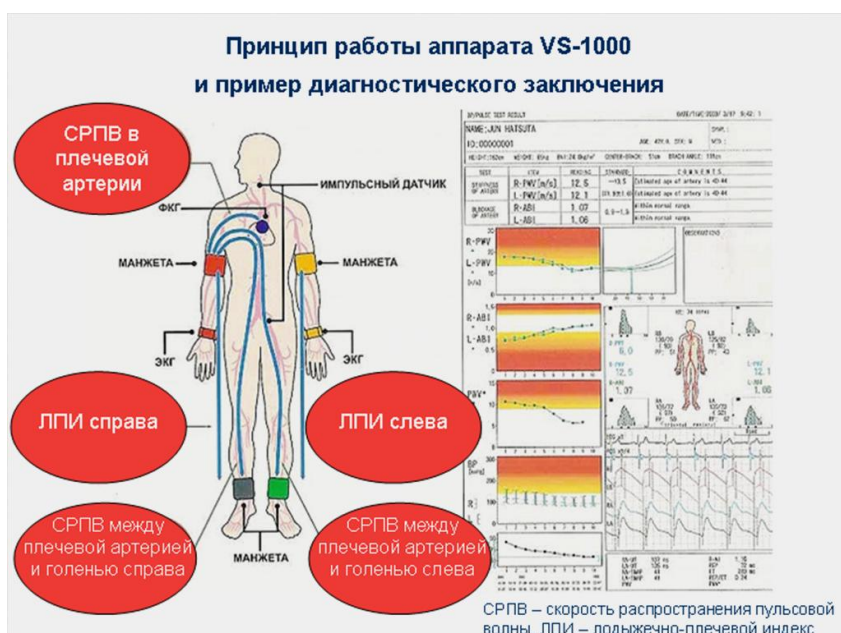


Рис. 6. Принцип работы прибора и пример диагностического заключения.

*Условия проведения исследования:*

- пациент находится в положении лежа на спине на кушетке в расслабленном состоянии
- исследование проводится в тихом помещении при температуре комфорта
- желательно проведение исследования в первой половине дня.

*Нецелесообразно проведение исследования:*

- пациентам с выраженными отеками на плечах или склонностью к кровотечениям
- пациентам, у которых нарушение кровотока во время исследования могло привести к тромбозам (в анамнезе – тромбоэмболия легочной артерии, тромбоартериит)
- пациентам, у которых нарушение кровотока могло привести к прекращению периферического кровообращения (болезнь Рейно, ангииты)

*Факторы, влияющие на точность измерений:*

- ✓ несоответствие типоразмера манжеты окружности конечности (при гиперстенической или астенической конституции пациента)
- ✓ выраженный тремор конечностей пациента
- ✓ наличие у пациента постоянной формы фибрилляции предсердий

**Методика проведения исследования (измерение в САVI основном режиме).**

Исследование включает в себя следующие этапы:

1. Ввод информации о пациенте (порядковый номер пациента – ID, фамилия, имя, дата рождения, рост, вес).
2. Наложение 4-х окклюзионных манжет на плечи и голени справа и слева, ЭКГ-электродов и микрофона ФКГ для получения сигнала ФКГ (II межреберье слева от края грудины).
3. Проверка чувствительности пульсовых волн (обычно для каждой кривой подходящая чувствительность подбирается автоматически, при

необходимости подходящую чувствительность волны можно выбрать вручную).

4. Запуск процесса компрессии с целью регистрации показателей нажатием кнопки «СТАРТ».

5. Получение и распечатка автоматически вычисляемых результатов измерений.

6. Средняя продолжительность исследования составляет 10 – 15 мин.

7. Исследование не требует специальных знаний и может выполняться врачом, либо обученным средним медицинским персоналом.

В настоящее время на российском рынке представлена новая версия прибора – VaSera VS-1500.

**Резюме. Объемная сфигмометрия, реализуемая на основе приборов VaSera-VS-1000 и VaSera-VS-1500 (FUKUDA DENSHI, Япония), является информативным и доступным методом определения основных показателей жесткости сосудистой стенки.**

Использование дополнительных опций прибора, требующих наличия специальных (аморфных) датчиков, позволяет зарегистрировать СПВ непосредственно в аорте (т.н. измерение CAVI в верифицирующем режиме).

Пример диагностического заключения с определением СПВ в аорте представлен на рис. 7.

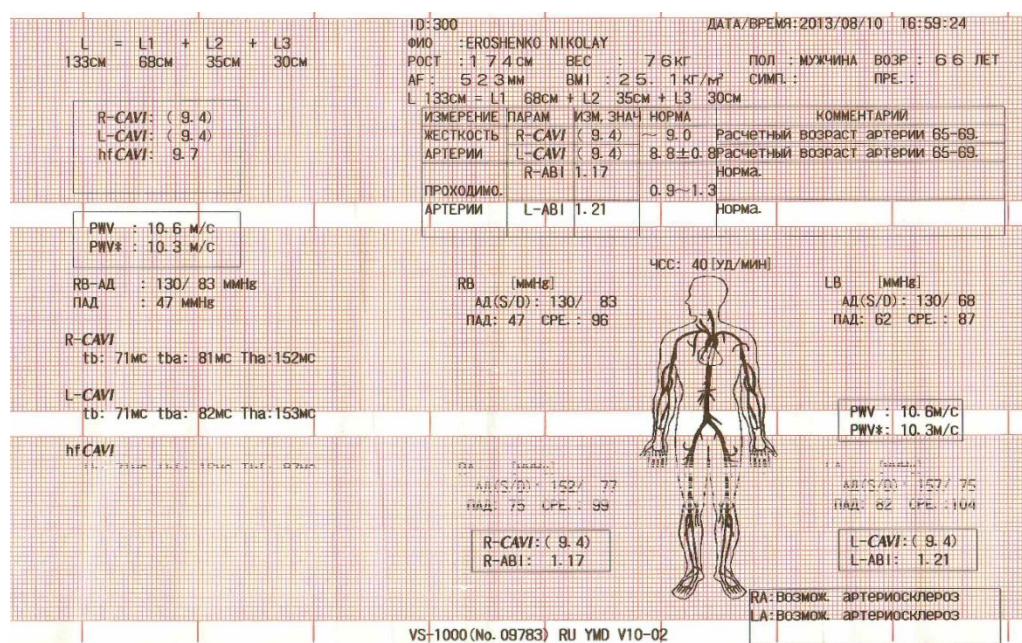


Рис. 7. Пример диагностического заключения с определением СПВ в аорте.

## Группы наблюдения (собственные результаты)

### *1. Оценка жесткости сосудистой стенки*

#### *у лиц без кардио-васкулярной патологии*

Исследование выполнено на 35 добровольцах (20 мужчин и 15 женщин) с исключенной патологией сердечно-сосудистой системы и без признаков атеросклеротического поражения сосудов (контролируемого УЗИ и данными липидограммы). Средний возраст лиц данной группы составлял  $52,3 \pm 4,6$  года.

Значения показателей жесткости сосудистой стенки у лиц без кардио-васкулярной патологии представлены в табл.1.

Таблица 1.

Значения показателей жесткости сосудистой стенки ( $M \pm m$ )

у лиц без кардио-васкулярной патологии ( $n=35$ )

Показатели	Справа	Слева
CAVI	$7,6 \pm 0,8$	$6,6 \pm 0,5$
ABI	$1,1 \pm 0,3$	$1,1 \pm 0,4$
Биологический возраст артерий, лет	$53,3 \pm 4,6$	$51,5 \pm 5,4$

Сопоставление полученных нами нормативов показателей жесткости сосудистой стенки у лиц без кардио-васкулярной патологии с данными литературы свидетельствует о том, что все показатели находились в пределах нормы: CAVI – менее 9, ABI – более 0,9, а биологический возраст артерий соответствовал реальному возрасту обследованных.

Типичный пример диагностического заключения в группе лиц без кардио-васкулярной патологии представлен на рис. 8.

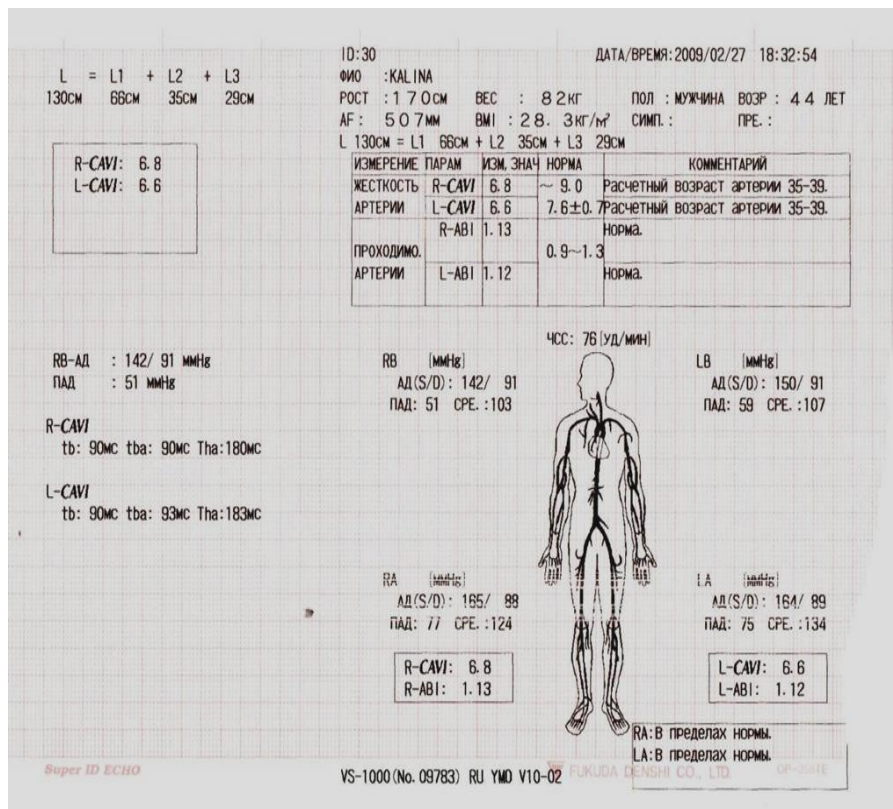


Рис. 8. Типичный пример диагностического заключения в группе лиц без кардио-васкулярной патологии.

## **2. Оценка жесткости сосудистой стенки у лиц с факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний и осложнений**

Наличие факторов риска у лиц без клинически манифестированной кардиальной патологии существенно повышает вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета 2-го типа.

Нами было обследовано 30 человек, имеющих три и более фактора риска (семейный анамнез, курение, избыточная масса тела, нарушение толерантности к глюкозе и др.). Группа была представлена лицами мужского (22 человека) и женского (8 человек) пола со средним возрастом  $48 \pm 4,9$  лет. Проведенное комплексное обследование лиц, включенных в данную группу, позволило исключить у них кардиальную патологию и сахарный диабет 2-го типа.

Значения показателей жесткости сосудистой стенки у лиц с факторами риска ССЗ и ССО представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Значения показателей жесткости сосудистой стенки (M±m)  
у лиц с факторами риска ССЗ и ССО (n=30)

Показатели	Справа	Слева
CAVI	8,8±0,5	8,6±0,6
ABI	1±0,4	1,1±0,2
Биологический возраст артерий, лет	56,5±4,6	59,4±4,8

В данной группе обращают внимание значения CAVI, находящиеся в пределах верхней границы нормы. Особенностью состояния сосудистой стенки в данной группе заключается в том, что даже незначительное повышение CAVI по сравнению со средними значениями нормы существенно (на 8 – 10 лет) повышает биологический возраст артерий.

Неизмененные значения ЛПИ (ABI) свидетельствовали об отсутствии диагностически значимых окклюзий в сосудах нижних конечностей.

Типичные примеры диагностических заключений в группе лиц с факторами риска ССЗ и ССО представлены на рис. 9, 10.

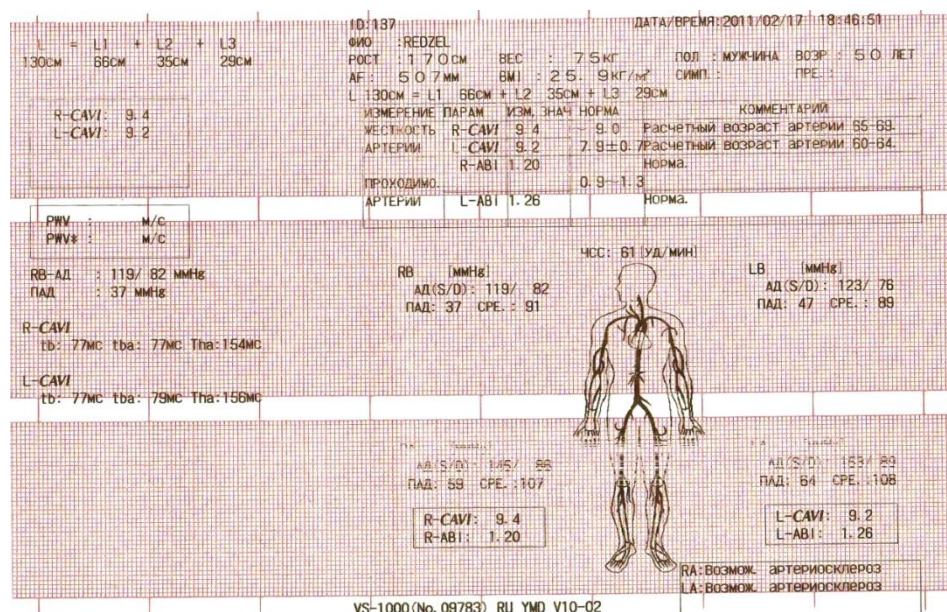


Рис. 9. Типичный пример диагностического заключения в группе лиц с факторами риска ССЗ и ССО (курение, мужской пол, наследственность).





**Резюме. Определение показателей жесткости сосудистой стенки с помощью приборов VaSera-VS-1000и VaSera-VS-1500 необходимо для осуществления первичного скрининга лиц, относящихся к группе высокого сердечно-сосудистого риска и их последующего динамического мониторинга.**

### **3. Оценка жесткости сосудистой стенки у больных артериальной гипертензией**

В группу было включено 75 больных мужского (51 человек) и женского (24 человека) пола (средний возраст  $56\pm 7,8$ ) с диагнозом: гипертоническая болезнь II стадии, 2 степень АГ, риск высокий.

Семейный анамнез АГ выявлялся в 61,2% случаев. Средняя продолжительность АГ составляла  $5,3\pm 1,16$  лет.

Средние значения АД соответствовали: систолическое АД –  $163,5\pm 5,8$  мм рт.ст., диастолическое АД –  $95,1\pm 4,4$  мм рт.ст.

С учетом сохраняющихся высоких значений АД предшествующая антигипертензивная терапия была расценена как неэффективная.

Значения исходных показателей жесткости сосудистой стенки у больных АГ и у лиц без кардио-васкулярной патологии (контрольная группа) представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Значения показателей жесткости сосудистой стенки у больных АГ и лиц контрольной группы ( $M\pm m$ )

Показатели	Больные АГ (n=75)		Лица контрольной группы (n=35)	
	Справа	Слева	Справа	Слева
CAVI	$9,8\pm 0,42^*$	$9,7\pm 0,33^*$	$7,6\pm 0,8$	$6,6\pm 0,5$
ABИ	$1,1\pm 0,12$	$1,1\pm 0,23$	$1,1\pm 0,3$	$1,1\pm 0,4$
Биологический возраст артерий, лет	$64,3\pm 2,37^*$	$63,8\pm 2,39^*$	$53,3\pm 4,6$	$51,5\pm 5,4$

Примечание: \* -  $p < 0,05$  по сравнению с контрольной группой



Обращает внимание резкое повышение индексов САVI справа (16,5) и слева (17,3), что свидетельствует о выраженном ремоделировании сосудистой стенки.

**Резюме. Увеличение САVI, характерное для больных АГ, свидетельствует о повышенном риске макрососудистых осложнений.**

#### ***4. Оценка жесткости сосудистой стенки у больных артериальной гипертензией на фоне эффективной антигипертензивной терапии***

Современные представления об эффективной антигипертензивной терапии включают в себя следующие основные позиции:

- достижение целевых значений АД
- обеспечение органопротективных эффектов
- снижение риска ССО
- повышение комплаентности больного

Понятие органопротекции подразумевает защиту органов-мишеней и регресс их ремоделирования. Поскольку к органам-мишеням гипертензивного процесса относится и сосудистая стенка, важным условием правильно подобранной антигипертензивной терапии является вазопротекция, оцениваемая по снижению показателей жесткости сосудистой стенки.

Группе больных АГ была назначена антигипертензивная терапия фиксированной комбинацией ингибитора ангиотензин-превращающего фермента и индапамида с доказанным органопротективным эффектом.

Динамика показателей жесткости сосудистой стенки в группе больных АГ до и через 3 мес. антигипертензивной терапии представлена в табл. 4.



Больной У., 65 лет, страдает АГ в течение 14 лет. Отмечает повышение АД до 180/100 мм рт.ст. Систематически антигипертензивную терапию не получал. При первичном обследовании на приборе VaSera выявлено повышение индексов САVI с обеих сторон (умеренное слева – 9,2, отчетливо выраженное справа – 9,9). Соответственно существенно увеличенным оказался БВ артериальных сосудов справа (70 – 74 гг.). Больному была назначена комбинированная антигипертензивная терапия.

Повторное исследование было выполнено через 2 мес. на фоне проводимой терапии. Результаты исследования представлены на рис. 13.

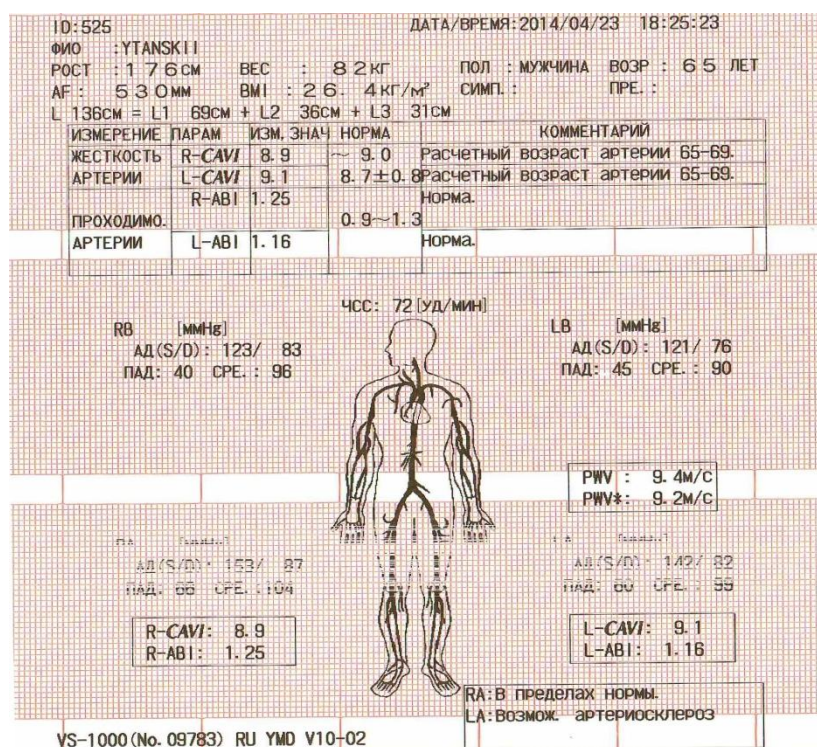


Рис. 13. Результаты исследования жесткости сосудистой стенки у больного У. через 2 мес. антигипертензивной терапии.

Определение показателей жесткости артериальной стенки в динамике на фоне АГТ выявило снижение исходно повышенного индекса САVI справа с 9,9 до 8,9 (на 11%) и БВ сосудов, который совпал с паспортным возрастом. Положительная динамика показателей наблюдалась на фоне нормализации АД.

**Резюме. Показатели жесткости сосудистой стенки являются информативными критериями оценки вазопротективной эффективности антигипертензивной терапии.**

**5. Оценка жесткости сосудистой стенки  
у больных артериальной гипертензией  
в сочетании с сахарным диабетом**

Больные АГ в сочетании с сахарным диабетом 2-го типа (СД), независимо от степени повышения АД, относятся к группе высокого риска.

В группу обследования нами было включено 28 больных АГ и СД 2-го типа, сопоставимых по полу и возрасту с ранее описанной группой больных АГ.

Значения показателей жесткости сосудистой стенки у больных АГ с СД 2-го типа и у больных АГ (без СД) представлены в табл. 5.

Таблица 5.

Значения показателей жесткости сосудистой стенки  
у больных АГ и СД 2-го типа и АГ (M±m)

Показатели	Больные АГ и СД (n=28)		Больные АГ (n=75)	
	Справа	Слева	Справа	Слева
CAVI	9,6±0,38	9,5±0,47	9,8±0,42	9,7±0,33
ABI	0,87±0,09*	0,83±0,08*	1,1±0,12	1,1±0,23
Биологический возраст артерий, лет	65,8±3,17	62,5±4,23	64,3±2,37	63,8±2,39

Примечание: \* –  $p < 0,05$  по сравнению с группой больных АГ.

В группе больных АГ и СД и в группе больных АГ отмечалось повышение индекса CAVI (более 9) и БВ артерий. Степень повышения данных показателей была сопоставимой в обеих группах.

Особенностью, выявленной нами в группе больных АГ и СД 2-го типа, являлось достоверное снижение ЛПИ (ABI), по сравнению с группой больных АГ.

Следует отметить, что снижение данного показателя менее 0,9 свидетельствует об облитерирующем поражении сосудов нижних

конечностей и может расцениваться как косвенный признак выраженного атеросклероза. Существует почти линейная зависимость между степенью снижения ABI и риском развития ССО. Исследованиями А.Н. Рогозы с соавт. (2009) доказана сопоставимость значений данного показателя, полученных с помощью классического метода ультразвуковой доплерографии и объемной осциллографии на приборе VaSera VS-1000 [15].

Типичный пример диагностического заключения в группе больных с АГ и СД 2-го типа представлен на рис. 14.

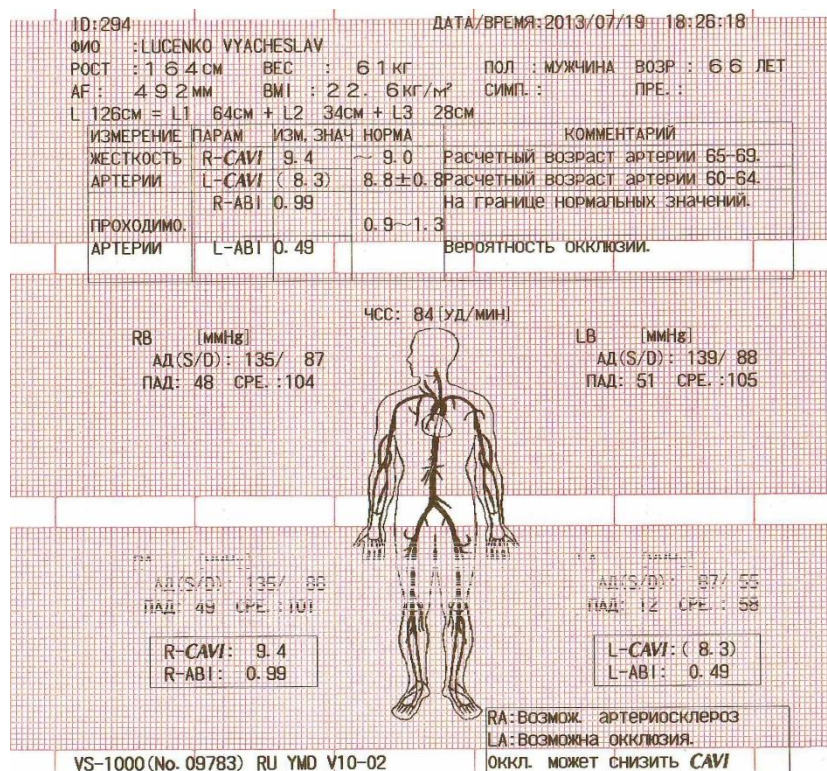


Рис. 14. Типичный пример диагностического заключения в группе больных с АГ и СД 2-го типа.

Снижение у данного пациента ABI слева до 0,49 позволяет отразить в диагностическом заключении вероятность окклюзии.

**Резюме. Снижение ABI (ЛПИ), определяемое в процессе проведения объемной сфигмометрии на приборах VaSera VS-1000 и VaSera VS-1500, является характерной особенностью больных АГ и СД 2-го типа.**

## 6. Прогностические возможности определения жесткости сосудистой стенки у больных АГ

Повышенная жесткость сосудистой стенки увеличивает систолическую нагрузку левого желудочка, который при подготовке к систоле и в момент изгнания крови в артериальную систему должен обеспечить большее, чем в норме, внутрижелудочковое давление и большую силу сокращения для растяжения жесткой стенки аорты и магистральных артерий.

Длительно существующее ремоделирование сосудистой стенки обуславливает повышение жесткости миокарда левого желудочка, что приводит к нарушению его релаксационных свойств. Таким образом формируется диастолическая дисфункция левого желудочка (ДДЛЖ), а впоследствии – и хроническая сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса. В свою очередь неполноценная диастола может явиться предтечей сниженной фракции выброса (рис. 15).

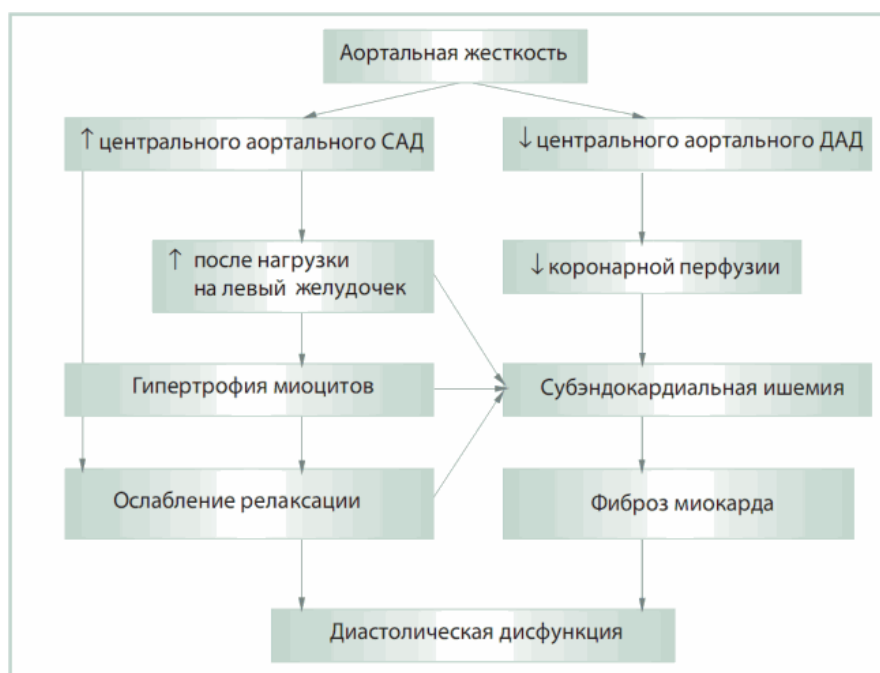


Рис. 15. Патогенез формирования диастолической дисфункции левого желудочка в условиях повышенной аортальной жесткости.

Нами была предпринята попытка установить возможную взаимосвязь между снижением жесткости сосудистой стенки и перспективой улучшения ДДЛЖ в динамике проводимой антигипертензивной терапии в группе больных АГ.



Для решения данной задачи мы использовали математические методы корреляционно-регрессионного анализа, основанного на значениях показателей жесткости сосудистой стенки и параметров диастолической функции левого желудочка.

Для оценки жесткости сосудистой стенки использовали методику объемной сфигмометрии (прибор VaSera-VS-1000, FUKUDA DENSHI, Япония).

Диастолическую функцию левого желудочка (ДФЛЖ) определяли эхокардиографически на ультразвуковом сканере Aspen (Siemens-Acuson). Рассчитывали следующие параметры: максимальная скорость раннедиастолического наполнения (E), максимальная скорость позднедиастолического наполнения (A), показатель трансмитрального кровотока – отношение E/A, время замедления раннедиастолического пика – E замедл., время изоволюметрического расслабления – ВИР.

Анализ значений парных коэффициентов корреляции между показателями жесткости сосудистой стенки (CAVI и БВ) и основными ультразвуковыми показателями ДФЛЖ (E/A, E замедл., ВИР) подтвердил наличие достоверных связей между ними.

Использование регрессионного анализа между изучаемыми показателями позволило количественно определить влияние жесткости сосудистой стенки на проявления ДДЛЖ.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа послужили основанием для создания трехкомпонентной математической модели, позволяющей прогнозировать направленность и степень изменения основных показателей ДФЛЖ в зависимости от снижения жесткости сосудистой стенки в процессе антигипертензивной терапии.

Использованный прием математического моделирования позволил количественно охарактеризовать вклад регресса ремоделирования сосудистой стенки в улучшение ДФЛЖ.

На рис. 16 представлено рабочее окно программы по прогнозированию изменения ДФЛЖ в зависимости от динамики параметров жесткости сосудистой стенки.

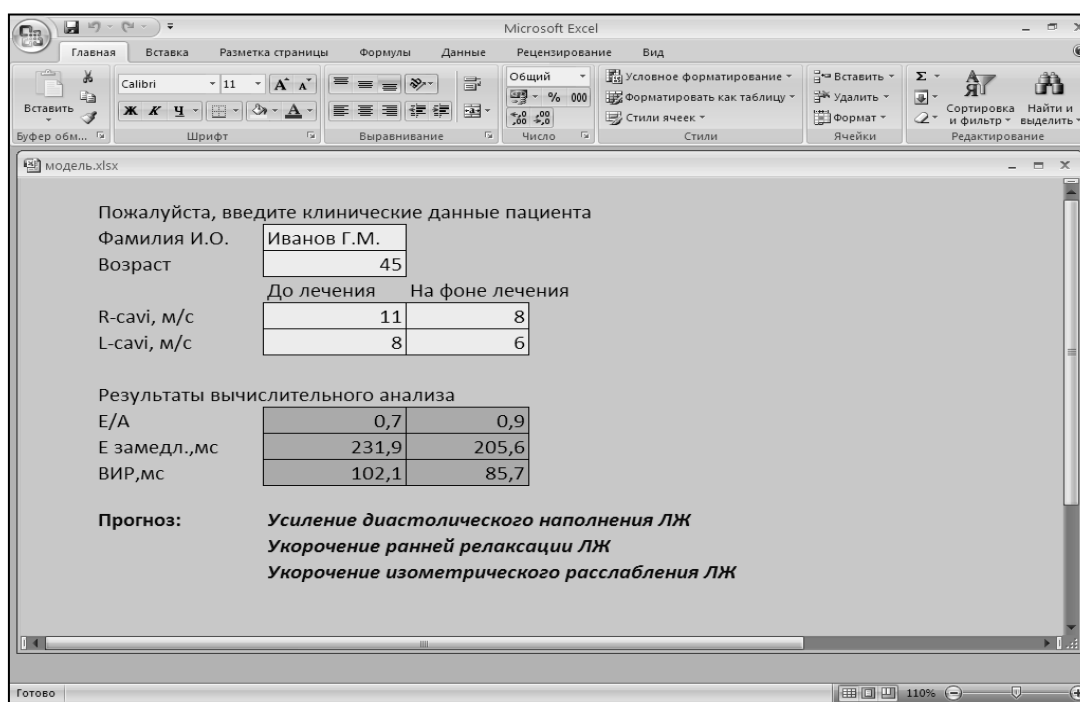


Рис. 16. Рабочее окно программы по прогнозированию изменения ДФЛЖ в зависимости от динамики параметров жесткости сосудистой стенки.

Для описания принципа работы математической модели приведем клинический пример.

Больному И., 45 лет, страдающему АГ в течение 5 лет, была проведена объемная сфигмометрия на приборе VaSera VS-1000. R-CAVI составил 11, а L-CAVI – 8.

Значения данных показателей были внесены в рабочее окно модели. На их основании по специальным формулам были автоматически рассчитаны показатели ДФЛЖ ( $E/A=0,7$ ;  $E_{замедл.}=231,9$  мс,  $ВИР=102,1$  мс).

Следует подчеркнуть, что исходные показатели диастолической функции сердца, непосредственно определенные по результатам ультразвукового исследования, были близки по величине к показателям, рассчитанным с использованием модели.

Пациенту была назначена антигипертензивная терапия фиксированной комбинацией ингибитора ангиотензин-превращающего фермента и индапамида.

Через 12 недель терапии повторно определяли показатели жесткости сосудистой стенки, которые снизились: R-CAVI – до 8, а L-CAVI – до 6.

Используя разработанную модель, были автоматически рассчитаны показатели диастолической функции ЛЖ, которые составили: E/A=1,0, Eзамедл.=200,9 мс, ВИР=81,6 мс. Динамика данных показателей свидетельствовала об улучшении релаксационных свойств левого желудочка.

*Результаты исследования позволили:*

- количественно определить вклад жесткости сосудистой стенки в формирование ДДЛЖ
- оценить влияние регресса ремоделирования сосудистой стенки на улучшение ДФЛЖ у больных АГ в процессе антигипертензивной терапии.

Клиническая апробация математической модели позволила подтвердить ее высокую диагностическую чувствительность и специфичность.

***Резюме. Снижение показателей жесткости сосудистой стенки способствует улучшению диастолической функции левого желудочка в процессе адекватной органопротективной антигипертензивной терапии.***

***Разработанная математическая модель позволяет только на основании динамического определения показателей жесткости сосудистой стенки количественно оценить улучшение релаксационных свойств левого желудочка.***

## **Группы пациентов, подлежащих направлению на исследование с использованием методики компьютерной сфигмометрии**

С учетом прогностического значения показателей жесткости сосудистой стенки и диагностических возможностей приборов VaSera-VS-1000 и VaSera VS-1500 (FUKUDA DENSHI, Япония), на выполнение компьютерной сфигмометрии целесообразно направлять:

- лиц без клинически манифестированной кардиальной патологии при проведении углубленных профилактических осмотров
- лиц без клинически манифестированной кардиальной патологии, но имеющих 3 и более факторов риска ССЗ (данный контингент рекомендуется для динамического мониторинга показателей жесткости сосудистой стенки не реже 1 раза в 6 мес.)
- больных АГ для определения выраженности ремоделирования сосудистой стенки как одного из проявлений поражения органов-мишеней
- больных АГ в процессе антигипертензивной терапии для оценки ее вазопротективной эффективности (не реже 1 раза в 3 мес.)
- больных АГ для оценки риска макрососудистых осложнений (целесообразно оценить в комплексе с показателями суточного мониторинга АД – суточным индексом, временем и скоростью утреннего подъема АД, пульсовым АД и вариабельностью АД)
- больных АГ с метаболическим синдромом (или его эквивалентами)
- больных АГ с сахарным диабетом
- больных с атеросклеротическим поражением сосудистой системы (в том числе, с ишемической болезнью сердца)

## Заключение

Жесткость сосудистой стенки является сильным независимым предиктором сердечно-сосудистых событий.

Объемная сфигмометрия, реализуемая на основе приборов VaSera-VS-1000 и VaSera-VS-1500 (FUKUDA DENSHI, Япония), является информативным и доступным методом определения основных показателей жесткости сосудистой стенки.

Определение показателей жесткости сосудистой стенки с помощью приборов VaSera-VS-1000и VaSera-VS-1500 необходимо для осуществления первичного скрининга лиц, относящихся к группе высокого сердечно-сосудистого риска и их последующего динамического мониторинга.

Увеличение САVI, характерное для больных АГ, свидетельствует о повышенном риске макрососудистых осложнений.

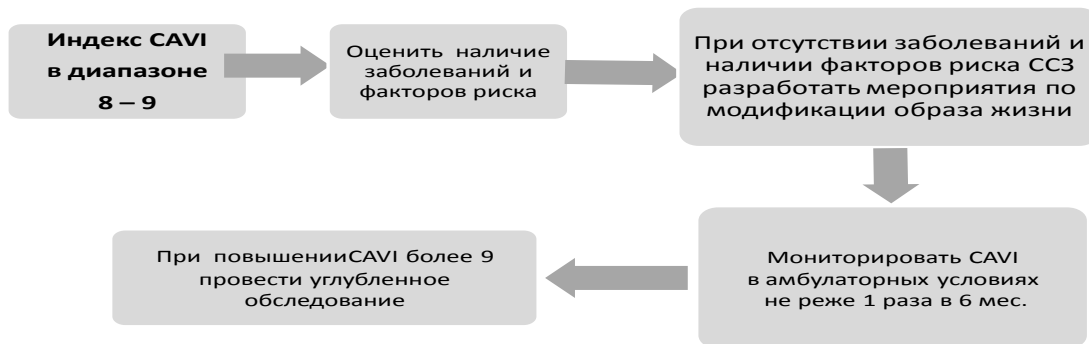
Показатели жесткости сосудистой стенки являются информативными критериями оценки вазопротективной эффективности антигипертензивной терапии.

Снижение ABI (ЛПИ), определяемое в процессе проведения объемной сфигмометрии на приборах VaSera VS-1000 и VaSera VS-1500, является характерной особенностью больных АГ и СД 2-го типа.

Снижение показателей жесткости сосудистой стенки способствует улучшению диастолической функции левого желудочка в процессе адекватной органопротективной антигипертензивной терапии.

Разработана математическая модель, которая позволяет только на основании динамического определения показателей жесткости сосудистой стенки количественно оценить улучшение релаксационных свойств левого желудочка.

**ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ,**  
**основанные на величине индекса CAVI, определяемого с помощью**  
**приборов VaSera-VS-1000 и VaSera VS-1500**  
**(FUKUDA DENSHI, Япония)**



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оганов Р.Г. Современные стратегии профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний / Р.Г. Оганов, Г.В. Погосова // Кардиология. – 2007. – Т. 47, № 12. – С. 4–9.
2. Гусев Е.И. Проблема инсульта в Российской Федерации: время активных совместных действий / Е.И. Гусев, В.И. Скворцова, Л.В. Стаховская // Журнал неврологии и психиатрии. – 2007. - № 8. – С. 4-10.
3. Dzau V. Resolved and unresolved issues in the prevention and treatment of coronary artery disease: a workshop consensus statement / V. Dzau, E. Braunwald // Am. Heart J. – 1991, apr. - Vol. 121(4 Pt 1). - P. 1244-63.
4. Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease / J. Blacher, A. Guerin, B. Pannier [et al.] // Circulation. – 1999. - Vol. 99. - P. 2434–2439.
5. CAFE Investigators; Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial Investigators; CAFE Steering Committee and Writing Committee. Differential impact of blood pressure-lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study / B. Williams, P.S. Lacy, S.M. Thom [et al.] // Circulation. – 2006. - Vol. 113 (9). - P. 1213-1225).
6. Артериальное ремоделирование у больных артериальной гипертензией пожилого и старшего возраста / А.В. Агафонов, А.В. Туев, Л.А. Некрутенко, Ю.В. Бочкова // Российский кардиологический журнал. - 2005. - № 3. - С. 25–28.
7. Ребров А.П. Жесткость артерий в зависимости от наличия факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний / А.П. Ребров // Терапевтический архив. – 2009. - Т. 81, № 3. - С. 54-57.
8. Орлова Я.А. Жесткость артерий, как предиктор сердечно-сосудистых осложнений при ИБС / Я.А. Орлова // Терапевтический архив. – 2010. - Т. 82, № 1. - С. 68-73.
9. Mathiassen O.N. Small artery structure is an independent predictor of cardiovascular events in essential hypertension / O.N. Mathiassen, N.H. Buus, I. Sihm // J. Hypertens. – 2007. – Vol. 25. – P. 1021-1026.
10. Бойцов С.А. Что нового нам дает информация о жесткости стенки артерий и об отраженной пульсовой волне? / С.А. Бойцов // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2009. - Т. 95, № 5. - С. 516-531.
11. Blacher J. Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients / J. Blacher, R. Asmar, S. Djane // Hypertension. - 2001. – Vol. 33. - P. 1111-1117.
12. Lehmann E.D. A prospective, longitudinal follow –up study of non–invasive Doppler ultrasound measurements of aortic compliance in non-insulin dependent diabetic patients / E.D. Lehmann, J.K. Cruickshank, J.S. Wright [et al.] // Workshop on Arterial Structure and Function. - Versailles, France, 1998, January.
13. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) // Heart Journal doi: 10.1093/eurheartj/eh151.
14. Неинвазивные методы исследования магистральных сосудов: монография / В.А. Милягин, И.В. Милягина, Н.Ю. Абраменкова [и др.]. – Смоленск, 2012. – 224 с.
15. Рогоза А.Н. Методы определения лодыжечно-плечевого индекса систолического давления при массовых обследованиях / А.Н. Рогоза, Т.В. Балахонова, Н.М. Чихладзе // Consilium Medicum. – 2009. - Т. 11, № 10. – С. 15 – 22.

## **Методические рекомендации**

Дроботя Н.В.,  
Гусейнова Э.Ш.,  
Пироженко А.А.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ  
К ОЦЕНКЕ ЖЕСТКОСТИ СОСУДИСТОЙ СТЕНКИ  
В ПРАКТИКЕ ВРАЧА-ТЕРАПЕВТА**