

©В.В. Гомонова, С.А. Сайганов, В.Е. Гумерова, 2019

# ПАРАМЕТРЫ ЭЛАСТИЧНОСТИ АРТЕРИЙ В СТРАТИФИКАЦИИ РИСКА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

**В.В. ГОМОНОВА, С.А. САЙГАНОВ, В.Е. ГУМЕРОВА**ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России,  
г. Санкт-Петербург

На сегодняшний день показатели эластичности артерий рассматривают как маркеры риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Эластичность артерий с возрастом снижается, что обусловлено многими факторами и изменениями параметров эластичности артерий.

**Цель исследования** – изучение эластичности артерий у здоровых лиц для определения показателей нормы и возможных маркеров скорого развития ССЗ, а также сопоставление полученных результатов с имеющимися литературными данными.

**Материал и методы.** Обследовано 73 практически здоровых мужчин среднего возраста от 35 до 60 лет; средний возраст был равен 46 годам ( $\sigma=7$  лет).

**Результаты и заключение.** Основными показателями, характеризующими эластичность сосудов, служат скорость распространения пульсовой волны (СРПВ), индекс аугментации (Alx), пульсовое давление (ПД), центральное (аортальное) систолическое артериальное давление (САД ао). Проведенное исследование показало, что параметры нормы АД, измеренного рутинным способом, не всегда согласуются с параметрами эластичности сосудов. Отклонения в показателях сосудистой эластичности коррелируют с факторами риска развития ССЗ и, вероятно, возникают раньше, чем появятся отклонения в показателях, измеряемых рутинным методом.

**Ключевые слова:** эластичность артерий, центральное аортальное давление, скорость распространения пульсовой волны, индекс аугментации, нормы параметров артериальной эластичности, факторы риска.

**Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.**

**Для цитирования:** В.В. Гомонова, С.А. Сайганов, В.Е. Гумерова. Параметры эластичности артерий в стратификации риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Doi: [https://dx.doi.org/10.18565/Терапия.2019;6\[32\]:50-56](https://dx.doi.org/10.18565/Терапия.2019;6[32]:50-56)

## PARAMETERS OF ARTERIAL STIFFNESS IN THE STRATIFICATION OF THE RISK OF CARDIOVASCULAR DISEASES

**GOMONOVA V.V., SAYGANOV S.A., GUMEROVA V.E.**

I.I. Mechnikov North-Western State medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Saint-Petersburg

Nowadays the indicators of elasticity of arteries are consider as markers of cardiovascular (CVD) risk. Elasticity of the arteries decreases with age, which is due to many factors and changes in the parameters of elasticity of the arteries. The main indicators characterizing the elasticity of the vessels are the pulse wave velocity (PWV), the augmentation index (Alx), the pulse pressure (PP), the central systolic blood pressure (CSBP) Our study showed that the parameters of normal blood pressure, measured by a routine method, do not always agree with the parameters of arterial stiffness.

Deviations in indicators of arterial stiffness correlate with risk factor for cardiovascular diseases, and are likely to occur earlier than deviations appear in indicators measured by the routine method.

**Key words:** elasticity of arteries, central aortic pressure, pulse wave velocity, augmentation index, normal parameters of arterial stiffness, risk factors.

**The authors declare no potential conflicts of interests.**

**For citation:** Gomonova V.V., Sayganov S.A., Gumerova V.E. Parameters of arterial stiffness in the stratification of the risk of cardiovascular diseases.

Doi: [https://dx.doi.org/10.18565/Therapy.2019;6\[32\]:50-56](https://dx.doi.org/10.18565/Therapy.2019;6[32]:50-56)

Осложнения клинического атеросклероза коронарных артерий занимают основное место среди причин смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ); это напрямую связано с артериальной гипертензией (АГ) и прогрессированием атеросклероза. Одной из детерминант глобального бремени болезней является высокое артериальное давление [1]. В последние годы доказано, что изучение жесткости (ригидности) артерий может выявить маркеры риска ССЗ. В связи с этим в настоящее время проводится множество исследований свойств эластичности сосудов, в частности, скорости распространения пульсовой волны (СРПВ), индекса аугментации (Alx), пульсового давления (ПД), центрального систолического артериального давления (ЦСАД) [2]. Вместе с тем пока не разработано четких критериев высокого риска на основе изучения эластичности артерий, особенно у лиц без сердечно-сосудистой патологии.

Целью нашего исследования было изучение эластичности артерий у здоровых лиц для определения показателей нормы и возможных маркеров скорого развития ССЗ, а также сопоставление полученных результатов с имеющимися литературными данными.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При проведении исследования влияния гипотензивных препаратов на параметры эластичности сосудистой стенки у мужчин была создана группа контроля, включавшая потенциально здоровых мужчин. Эта группа использовалась для попытки установления нормальных параметров эластичности артерий у мужчин среднего возраста.

Обследовано 73 практически здоровых мужчины среднего возраста от 35 до 60 лет; средний возраст был равен 46 годам ( $\sigma=7$  лет). Отсутствие артериальной гипертензии (АГ) определяли согласно программе интерпретации данных Dabl для нормативных значений суточного мониторирования артериального давления (АД):

- днем – среднее систолическое АД (САД ср.) в пределах 100–135 мм рт.ст. и диастолическое АД (ДАД ср.) 65–85 мм рт.ст.;

- ночью – САД ср. 91–120 мм рт.ст. и ДАД ср. 51–70 мм рт.ст.

В исследовании не включали лиц с ССЗ, ожирением и другими заболеваниями, которые могут оказать отрицательное воздействие на сердце и сосуды. Абдоминальное ожирение фиксировали при окружности талии более 94 см. Гиподинамией считали состояние, когда пациент выполнял динамические физические нагрузки (включая быструю ходьбу, легкий бег, плавание) менее 30 мин в день менее 3 раз в неделю. В ходе исследования уточнялись демографические данные и клиническая информация: возраст, рост, вес, поверхностное расстояние между яремной веной и локтевым симфизом (ориентировочная длина аорты), статус курения, дислипидемия (оценка данных липидограмм), семейный анамнез преждевременных ССЗ.

Суточное мониторирование АД (СМАД) проводили с помощью неинвазивного портативного аппарата системы BP Lab (ООО «Петр Телегин», Россия). Осуществлялось автоматическое измерение и сохранение в памяти величин АД и частоты сердечных сокращений (ЧСС) на протяжении 24 ч с интервалом 15 мин днем (с 06:00 до 23:00) и 30 мин ночью (23:00 до 06:00).

В суточном профиле АД рассчитывали усредненные по времени значения САД и ДАД за три временных промежутка: 24 ч, день и ночь. Суточный ритм АД оценивали по степени ночного снижения (СНС) САД и ДАД, рассчитанной по разнице между величинами АД за день и ночь, отнесенную к средним дневным величинам АД (%). Нормальными значениями считались показатели  $>10\%$  и  $<20\%$  мм рт.ст. Оценивались показатели variability АД в дневные и ночные часы: для САД 15/15 мм рт.ст. (день/ночь), для ДАД 14/12 мм рт.ст. (день/ночь). Далее производился расчет жесткости сосудистой стенки с применением пакета прикладных программ Vasotens Office, разработанных в лаборатории предприятия-изготовителя.

С помощью монитора BPLab оценивались основные параметры, характеризующие эластичность артерий.

1. *Время распространения отраженной волны RWTT (Reflected Wave Transit Time).* Метод его определения основан на идентификации отраже-

ния от бифуркации аорты в записи сфигмограммы. За время распространения отраженной волны принимают запаздывание отраженной волны относительно прямой волны. Длина пути прямой и отраженной волны равна удвоенной длине ствола аорты ( $L$ ). Этот показатель применяется для вычисления скорости распространения пульсовой волны в аорте (СРПВ-  $PWV_{ao}$  для приборов системы BP Lab) по формуле:  $PWV_{ao} = K \times 2L / RWTT$ , где  $L$  — длина ствола аорты, расстояние, которое принято измерять от верхнего края грудины до лонной кости;  $K$  — коэффициент;  $RWTT$  — время распространения отраженной волны.

2. *Индекс ригидности артерий (Arterial Stiffness Index, ASI)*. Жесткость плечевой артерии связана с шириной «вершины» осциллометрической кривой («колокола»), получаемой в плечевой окклюзионной манжете в процессе измерения АД. Верхняя часть сглаженного колокола (по уровню 80% от максимума) заменяется равновеликой трапецией. Ширина этой трапеции на уровне 95% от 38 максимума, выраженная в 1 мм рт.ст. и умноженная на 10, принимается за величину ASI.

3. *Индекс аугментации (Alx; индекс прироста пульсовой волны, Augmentation Index)*. Характеризует соотношение амплитуд прямой и отраженной от бифуркации аорты составляющих пульсовой волны.

4. *Амплификация пульсового давления (PPA)*. Этот показатель измеряется в процентах и отражает нарастание амплитуды пульсовой волны при движении к периферии. По мере удаления от сердца амплитуда пульсовой волны возрастает (амплифицируется), потому что на нее накладывается амплитуда отраженных волн, образующихся в участках повышенного сопротивления. Также условием для амплификации является наличие естественного градиента жесткости между основанием аорты и магистральными сосудами на периферии.

5. *Параметры центрального аортального давления:*

- центральное (аортальное) систолическое давление (САД ао);
- центральное (аортальное) диастолическое давление (ДАД ао);
- центральное (аортальное) пульсовое давление (ПАД ао);
- индекс аугментации (прироста) в аорте ( $Alx_{ao}$ );
- скорость распространения пульсовой волны в аорте ( $PWV_{ao}$ ); рассчитывается с помощью показателя  $RWTT$ .

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета программ Statistica 10.0. Количественные показатели представляли в виде средних значений ( $M$ )  $\pm$  стандартное отклонение ( $SD$ ). Для оценки достоверности различий между независимыми группами использовали  $U$ -критерий Манна–Уитни. Для двух повторных сравнений применялись парный  $t$ -критерий

Стьюдента и критерий Пирсона. Различия считали достоверными при значении  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно большое число работ, посвященных изучению суточных показателей артериальной жесткости при различных состояниях. Вместе с тем отсутствуют исследования и метаанализы, в которых были бы даны четкие показатели нормы структурной и функциональной характеристики артерий. Отсутствует единая принятая методика анализа показателей сосудистой эластичности, что побуждает исследователей анализировать группы потенциально здоровых для формирования исходных точек, которые будут использоваться для дальнейших сравнений показателей, полученных в эксперименте.

В исследовании нашей группы нормотензивных мужчин был проведен анализ центральных и периферических параметров сосудистой эластичности, измеряемых методом Vasotens для формирования контрольной группы потенциально здоровых испытуемых  $N$ . Также оценивались факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний: семейный анамнез, курение, гиподинамия, дислипидемия.

В исследовании была выделена группа пациентов  $X$  (табл. 1), у которых на фоне нормотензии выявлено статистически значимое увеличение показателей ригидности артерий: ASI, PPA и ПАД ао. Эта группа составила 8 человек (10,9%).

Корреляционный анализ выявил достоверные связи между повышенными показателями артериальной ригидности и курением, а также гиподинамией и отягощенной наследственностью по сердечно-сосудистым заболеваниям (табл. 2). Достоверных связей между абдоминальным ожирением и дислипидемией у здоровых мужчин среднего возраста не выявлено.

Кроме структуры стенки сосудов, их эластичность также зависит от давления растяжения, которое в основном определяется средним АД. Чем выше среднее АД, тем больше растянуты артерии и тем меньше у них возможность растягиваться еще больше во время сердечного выброса [3]. Сердечный выброс инициирует пульсовую волну, распространяющуюся в направлении периферии. В месте, где сопротивление большое (чаще в артериолах), пульсовая волна отражается и начинает двигаться в обратном направлении к сердцу, встречается с прямой волной. Суммация двух волн — прямой и обратной — составляет форму результирующей волны [4]. Эластичность артерий и условия отражения пульсовой волны (время распространения в прямом и обратном направлениях) обуславливают форму результирующей пульсовой волны. Чем больше время и эластичность сосудов, тем позже прямая и обратная волны встречаются.

Таблица 1. Показатели эластичности артерий, центрального давления в аорте и отраженной волны по данным суточного мониторирования артериального давления у нормотензивных мужчин среднего возраста

| Параметры средних значений артериального давления по результатам Холтеровского мониторирования артериального давления и параметров сосудистой эластичности | Средние значения, М±СД (n=65), группа N | Средние значения, М±СД (n=8), группа X | Достоверность различий группы N и группы X, p |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| САД, среднее за сутки, мм рт.ст.                                                                                                                           | 121±3,8                                 | 124±3,3                                | Н.д.*                                         |
| Вариабельность САД, за сутки, мм рт.ст.                                                                                                                    | 15±0,5                                  | 14±0,5                                 | Н.д.*                                         |
| ДАД, среднее за сутки, мм рт.ст.                                                                                                                           | 77±0,8                                  | 79±0,7                                 | Н.д.*                                         |
| Вариабельность ДАД, за сутки, мм рт.ст.                                                                                                                    | 12±0,4                                  | 12±0,4                                 | Н.д.*                                         |
| Пульсовое АД, среднее за сутки, мм рт.ст.                                                                                                                  | 43±0,9                                  | 45±0,9                                 | Н.д.*                                         |
| PPA, приведенная к ЧСС 75 уд./мин, %                                                                                                                       | 136±0,6                                 | 101±0,9                                | 0,04                                          |
| Alx, приведенный к ЧСС 75 уд./мин, %                                                                                                                       | 4,2±1,3                                 | 4,6±1,3                                | Н.д.*                                         |
| ASI, мм рт.ст.                                                                                                                                             | 109±2,6                                 | 198±6,3                                | 0,05                                          |
| САД ао, среднее за сутки, мм рт.ст.                                                                                                                        | 113±0,9                                 | 108±0,9                                | Н.д.*                                         |
| Вариабельность САД ао, за сутки, мм рт.ст.                                                                                                                 | 13±0,4                                  | 15±0,9                                 | Н.д.*                                         |
| ДАД ао, среднее за сутки, мм рт.ст.                                                                                                                        | 82±0,8                                  | 84±0,7                                 | Н.д.*                                         |
| Вариабельность ДАД ао, за сутки, мм рт.ст.                                                                                                                 | 11,8±0,4                                | 13,4±0,8                               | Н.д.*                                         |
| ПАД ао, среднее за сутки, мм рт.ст.                                                                                                                        | 33±0,9                                  | 58±3,9                                 | 0,01                                          |
| PWV ао, среднее за сутки, м/с                                                                                                                              | 10±0,1                                  | 12±0,2                                 | Н.д.*                                         |
| Alx, приведенный к ЧСС 75 уд./мин                                                                                                                          | -34,5±2,5                               | - 25±5,7                               | Н.д.*                                         |

**Примечание:** группа N – мужчины с нормальными показателями эластичности; группа X – мужчины, демонстрирующие увеличение показателей жесткости артерий при суточной нормотензии.

САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; PPA – амплификация пульсового давления; ЧСС – частота сердечных сокращений; Alx – индекс аугментации; ASI – индекс ригидности артерий;

САД ао – центральное (аортальное) систолическое давление; ДАД ао – центральное (аортальное) диастолическое давление (ДАД ао); ПАД ао – центральное (аортальное) пульсовое давление; PWV ао – скорость распространения пульсовой волны в аорте; Н.д. – недостоверно.

У молодых людей эта встреча происходит в диастолу, и САД определяется только сердечным выбросом. Когда пульсовая волна возвращается раньше в систолу (у пожилых людей и при заболеваниях), то происходит суммация волн (амплитуда результирующей пульсовой кривой увеличивается), и САД, которое определяется сердечным выбросом,

дополнительно увеличивается вследствие этой суммации. При этом на сердце будет приходиться дополнительная нагрузка из-за такого возрастания САД [5].

Показателем, который косвенно отражает состояние всего сердечно-сосудистого русла, является центральное аортальное давление (АД ао). Оно

Таблица 2. Факторы риска в исследуемых группах потенциально здоровых мужчин среднего возраста

| Факторы риска                                                    | Группа N (n=65) |      | Группа X (n=8) |      | p      |
|------------------------------------------------------------------|-----------------|------|----------------|------|--------|
|                                                                  | ДА/НЕТ          | %    | ДА/НЕТ         | %    |        |
| Отягощенная наследственность по сердечно-сосудистым заболеваниям | 10/55           | 15,3 | 7/1            | 87,5 | 0,006* |
| Гиподинамия                                                      | 17/48           | 26,2 | 6/2            | 75   | 0,04*  |
| Дислипидемия                                                     | 3/61            | 4,6  | 1/7            | 12,5 | 0,32*  |
| Абдоминальное ожирение                                           | 1/63            | 1,5  | 0/8            | 0    | 0,63*  |
| Курение                                                          | 11/53           | 16,9 | 8/0            | 100  | 0,000* |

**Примечание:** группа N – мужчины с нормальными показателями эластичности; группа X – мужчины, демонстрирующие увеличение показателей жесткости артерий при суточной нормотензии; \*p – достоверность отличия группы N от X.

определяет перфузию внутренних органов и служит наиболее интегративным гемодинамическим показателем, отражающим среднее давление в аорте в течение одного сердечного цикла [6].

Величина АД ао и нагрузка на левый желудочек определяют не только минутным объемом сердца и общим периферическим сопротивлением сосудов (ОПСС), но также характеристиками эластичности аорты, структурно-функциональным состоянием артерий среднего калибра и микроциркуляторного русла, временными характеристиками и амплитудой отраженных волн.

Количественно прирост САД отображает индекс аугментации (Alx), который определяется как разница между вторым и первым систолическим пиками, выраженная в процентах по отношению к ПАД ао.

Индекс аугментации линейно возрастает с увеличением возраста и достигает плато в возрасте 50–60 лет [7]. У молодых людей с эластичными сосудами значение P2 меньше, чем P1, поэтому Alx ао будет иметь отрицательное значение (со знаком минус) [8].

Более пристальное внимание к величинам АД ао и индекса аугментации позволяет рассматривать их в качестве самостоятельных прогностических факторов риска развития сердечно-сосудистых осложнений [9]. Так, согласно целому ряду исследований по оценке прогностического значения показателей центральной гемодинамики, было установлено, что уровень АД ао может быть независимым прогностическим фактором развития структурных изменений сердечно-сосудистой системы и неблагоприятных клинических исходов. Уровень АД ао – наиболее чувствительный индикатор поражения органов-мишеней и риска развития сердечно-сосудистых осложнений не только у пациентов с атеросклерозом, больных АГ молодого и среднего возраста, но и у здоровых лиц [10], что также наблюдалось и в нашем исследовании.

Величина АД ао в большей степени влияет на прогнозирование сердечно-сосудистого риска, чем периферическое АД. В исследовании The Strong Heart substudy при наблюдении за 2409 пациентами с АГ в среднем в течение 4 лет было убедительно показано, что САД ао является независимым предиктором риска развития сердечно-сосудистых осложнений в гораздо большей степени, чем уровень САД на плечевой артерии. Это свидетельствует о том, что показатель САД ао более точно отражает степень перегрузки левого желудочка. В рамках исследования PEAR была оценена связь между кардиоваскулярными факторами риска и уровнем АД ао. Выявлено, что прямыми предикторами повышения АД ао выступают стаж АГ и статус курения [11].

ПАД – один из наиболее важных показателей, ассоциированных с поражением органов-мишеней, и в первую очередь сосудистой стенки [12].

Увеличение ПАД как признака повышения жесткости артерий способствует развитию сердечно-сосудистых событий, включая инсульт.

Важность изучения упруго-эластичных свойств артерий в развитии и прогрессировании АГ подтверждается высокой прогностической значимостью скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) [13]. На сегодняшний день СРПВ служит «золотым стандартом» оценки жесткости артериальной стенки и одним из основных признаков сердечно-сосудистого здоровья. Среди первых доказательств прогностического значения СРПВ в отношении различных сердечно-сосудистых последствий был результат исследования J. Blacher et al. После 3-летнего наблюдения за 241 пациентом с АГ (средний возраст 51 год) и терминальной почечной недостаточностью именно СРПВ оказалась сильным независимым предиктором, главным образом сердечно-сосудистой смертности. В дальнейшем было установлено, что этот показатель является предиктором коронарных событий, а в 2007 г. повышенная СРПВ была внесена в перечень обязательных факторов для стратификации сердечно-сосудистого риска у больных АГ как один из основных параметров, характеризующих эластичность аорты.

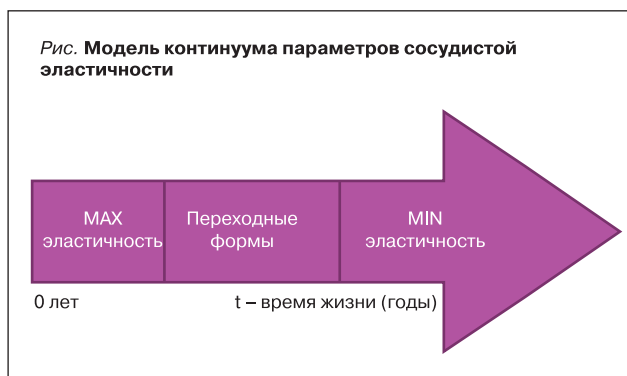
Увеличение СРПВ всего на 1 м/с повышает риск смерти на 15%, в связи с чем величина СРПВ выступает независимым предиктором развития ССЗ и общей кардиоваскулярной смертности [14].

Сейчас широкое распространение получают суточные мониторы АД, которые могут рассчитать по данным сфигмограмм несколько дополнительных параметров, отражающих жесткость артерий: индекс ригидности артерий (ASI), амбулаторный артериальный индекс ригидности артерий (AASI), индекс аугментации (Alx), время распространения пульсовой волны (RWTT).

AASI коррелирует со СРПВ и Alx у молодых людей и может быть фактором риска ССЗ у пациентов моложе 40 лет [15]. По результатам крупного ирландского исследования E. Dolan et al., AASI в сравнении с амбулаторным ПАД служит лучшим предсказуемым фактором риска инсульта, а у пациентов с нормальным амбулаторным АД еще и лучшим предиктором смертности от инсульта и общей сердечно-сосудистой смертности. Данные этого исследования продемонстрировали дополнительные взаимосвязи между показателями жесткости сосудистой стенки и факторами риска. К наиболее значимым среди этих факторов можно отнести повышение показателей жесткости сосудистой стенки у пациентов с гиподинамией и наследственным анамнезом сердечно-сосудистой патологии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очевидно, что АГ неизлечима, но около четверти взрослого населения не знают об этом. В иссле-



довании S. Simpson et al. (медицинская школа, университет Вандербильта) были опрошены более 69 000 мужчин и женщин на предмет информированности о стойком повышении кровяного давления. Только 57% из них сообщили, что имели когда-либо высокие цифры давления. При этом среди тех, кто не сообщил о высоком АД, почти у четверти выявили АГ.

В нашем исследовании выявлены люди, считающие себя здоровыми, с нормальными средними суточными показателями АД, которые демонстрируют изменения функциональных показателей артериальной жесткости на фоне факторов риска ССЗ в образе жизни и отягощенного семейного анамнеза. Остается неясным, имеют ли показатели сосудистой жесткости постоянные нормативные

рамки: возможно, они находятся в переходном континууме в зависимости от возрастного критерия.

Если предположить, что сосудистая стенка человека проходит временной континуум (рис.), то очевидно, что на скорость прохождения влияет наследственность, гиподинамия и курение. Исследование параметров сосудистой жесткости и функциональности поможет определить, в какой части континуума находится пациент, независимо от значений АД, измеряемого традиционными методами. Также это позволит принять меры для «замедления» скорости продвижения по континууму.

Кроме того, встает ряд практических вопросов. Как замедляется прогрессия изменения сосудистой эластичности под влиянием лекарств и модификации образа жизни? Надо ли пытаться пациента, находящегося у границы минимальной эластичности, привести к норме? Не приведет ли подобная «нормализация» к срыву возрастных адаптационных механизмов сердечно-сосудистой системы?

Наше исследование показало, что можно рекомендовать метод суточного мониторирования АД с определением параметров сосудистой эластичности уже на этапе скрининга пациентов на предмет выявления высокого риска развития АГ. В то же время остается еще много вопросов в рамках проблемы сосудистой эластичности, требующих детального изучения и анализа.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Ганелина И.Е., Липовецкий Б.М., Чурина С.К., Смирнов А.Д., Сайганов С.А., Рыжов Д.Б., Шнейдер, Ю.А., Козлов К.Л., Агасиян А.Л., Загребин, А.Л., Олексюк И.Б., Титков А.Ю., Хмельницкий А.В. Руководство. Под ред. И.Е. Ганелиной. Атеросклероз венечных артерий и ишемическая болезнь сердца. Санкт-Петербург, 2012. Сер. МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ (2-е изд., переработанное и дополненное).
2. Корнева В.А., Кузнецова Т.Ю. Показатели нормы при оценке сосудистой жесткости и центрального аортального давления у лиц без артериальной гипертензии. Современная медицина: традиции и инновации. 2013; 1: 88–96.
3. Панченкова Л.А., Хадижат А.Х., Шелковникова М.О., Юркова Т.Е., Рассудова Н.В., Устинова М.Р., Казанцева Е.Э., Бычкова Е.В., Мартынов А.И. Суточное мониторирование артериальной ригидности у коморбидных больных с сердечно-сосудистой патологией. – Казанский медицинский журнал. 2016; 1: 5–12.
4. Ben-Shlomo Y., Spears M., Boustred C. et al. Aortic pulse wave velocity improves cardiovascular event prediction: an individual participant meta-analysis of prospective observational data from 17,635 subjects. J. Am. Coll. Cardiol. 2014; 7: 636–46.
5. Моисеева Н.М., Пономарев Ю.А., Сергеева М.В., Рогоза А.Н. Оценка ригидности магистральных артерий по данным бифункционального суточного мониторирования АД и ЭКГ прибором VPLab®. Артериальная гипертензия. 2007; 1(13): 34–38.
6. Давиденко М.Н., Постникова С.Л., Кисляк О.А. Факторы, влияющие на уровень центрального аортального давления у пациентов зрелого и пожилого возраста с артериальной гипертензией 2-й степени. Лечебное дело. 2016; 4: 27–34.
7. Cecelja M., Jiang B., Spector T.D., Chowienicz P. Progression of central pulse pressure over 1 decade of aging and its reversal by nitroglycerin: a twin study. J. Am. Coll. Cardiol. 2012; 5: 475–83.
8. Михин В.П., Болдырева Ю.А., Чернятина М.А., Громнацкий Н.И. Состояние параметров жесткости сосудистой стенки у больных артериальной гипертензией на фоне комплексной терапии цитопротекторами и сартанами. Архив внутренней медицины. 2015; 5: 40–44.
9. Евсеева М.Е., Сергеева О.В., Добросельский В.Н., Еремин М.В., Ростовцева М.В., Галькова И.Ю., Смирнова Т.А., Литвинова М.В. Особенности центрального аортального давления и индекса аугментации у лиц молодого возраста с учетом факторов сердечно-сосудистого риска. Артериальная гипертензия. 2015; 21: 59–68.
10. Rosenwasser R., Shah NK., Smith SM. et al. Baseline predictors of central aortic blood pressure: a PEAR substudy. J. Am. Soc. Hypertens. 2014; 8: 152–58.
11. Duman O., Goldeli O., Gursul E. et al. The value of aortic pulse wave velocity in predicting coronary artery disease diagnosis and severity. Acta Cardiol. 2015; 3: 315–22.
12. Mancia G., Fagard R., Narkiewicz K. et al. 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). Eur. Heart J. 2013; 34: 2159–219.
13. Crichton G.E., Elias M.F., Robbins M.A. Crichton G.E. Cardiovascular health and arterial stiffness: the Maine-Syracuse Longitudinal Study. J. Hum. Hypertens. 2014; 7: 444–49.
14. Темирсултанова Т.Х., Илюхин О.В., Иваненко В.В., Лопатин Ю.М. Показатели эластичности магистральных артерий в норме: оценка двух методов диагностики в различных возрастных группах. Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2010; 4: 98–102.
15. Li Y., Wang J.G., Dolan E., Gao P.J., Guo H.F., Nawrot T. et al. Ambulatory arterial stiffness index derived from 24-hour ambulatory blood pressure monitoring. Hypertension. 2006; 47: 359–64.

Поступила/Received: 19.08.2019

Принята в печать/Accepted: 07.09.2019



#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

**Вероника Валерьевна Гомонова**, заочный аспирант кафедры госпитальной терапии и кардиологии им. М.С. Кушаковского ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России. Адрес: 195067, г. Санкт-Петербург, Пискаревский пр., д. 47, павильон 25. Тел.: 8 (921) 438-61-62. E-mail: wvipw30@yahoo.com

**Сергей Анатольевич Сайганов**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой госпитальной терапии и кардиологии им. М.С. Кушаковского ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России. Адрес: 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41. Тел.: 8 (921) 948-40-93. E-mail: ssayganiv@gmail.ru

**Виктория Евгеньевна Гумерова**, очный аспирант кафедры госпитальной терапии и кардиологии им. М.С. Кушаковского ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России. Адрес: 199106, г. Санкт-Петербург, Большой проспект Васильевского острова, д. 85 (СПБ ГБУЗ «Городская покровская больница»). Тел.: 8 (812) 322-08-97. E-mail: wvoron1@yahoo.com

#### ABOUT THE AUTHORS:

**Veronika V. Gomonova**, correspondence graduate student of the Department of hospital therapy and cardiology named after M.S. Kushakovsky of I.I. Mechnikov North-Western State medical University of the Ministry of Healthcare of Russia. Address: 195067, Saint-Petersburg, 47/25 Piskarevsky Prospect. Tel.: +7 (921) 438-61-62. E-mail: wvipw30@yahoo.com

**Sergey A. Sayganov**, MD, professor, head of the Department of hospital therapy and cardiology named after M.S. Kushakovsky of I.I. Mechnikov North-Western State medical University of the Ministry of Healthcare of Russia. Address: 195067, Saint-Petersburg, 41 Kirochnaya Str. Tel.: +7 (921) 948-40-93. E-mail: ssayganiv@gmail.ru

**Victoria E. Gumerov**, graduate student of the Department of hospital therapy and cardiology named after M.S. Kushakovsky of I.I. Mechnikov North-Western State medical University of the Ministry of Healthcare of Russia. Address: 199106, Saint-Petersburg, 85 Vasilyevsky Island Bolshoi Prospect (Pokrovsky City hospital). Tel.: +7 (812) 322-08-97. E-mail: wvoron1@yahoo.com