



# Современные возможности скрининга состояния артериального русла у пациентов старших возрастных групп

Лузина А.В.,  
Ткачева О.Н.,  
Рунихина Н.К.,  
Котовская Ю.В.

Обособленное структурное подразделение  
«Российский геронтологический научно-клинический центр»  
ФГАОУ ВО «Российский научно-исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России,  
Москва, Россия

В связи со старением общества число пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями неуклонно растет. Артериальная жесткость является основным патогенетическим механизмом в развитии сердечно-сосудистых заболеваний. Для оценки артериальной жесткости привлекают внимание простые неинвазивные методы, которые не занимают много времени и достаточно информативны для прогноза. Одним из них является сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (СЛСИ, в англоязычной литературе Cardio-Ankle Vascular Index, CAVI) – это индекс общей жесткости артерии от начала аорты до лодыжки. Оценка артериальной жесткости сосудистой стенки с помощью СЛСИ имеет ряд преимуществ среди других методов. В данном обзоре проанализированы данные применения метода у пациентов старших возрастных групп.

**Для цитирования:** Лузина А.В., Ткачева О.Н., Рунихина Н.К., Котовская Ю.В. Современные возможности скрининга состояния артериального русла у пациентов старших возрастных групп // Кардиология: новости, мнения, обучение. 2019. Т. 7, № 4. С. 44–47. doi: 10.24411/2309-1908-2019-14006

Статья поступила в редакцию 14.11.2019. Принята в печать 01.12.2019.

**Ключевые слова:**  
синдром старческой астении, артериальная жесткость, пожилые пациенты, комплексная гериатрическая оценка

## Modern methods to estimate arterial stiffness in patients of older age groups

Luzina A.V., Tkacheva O.N., Runikhina N.K.,  
Kotovskaya Yu.V.

Separate Structural Unit "Russian Gerontological Research and Clinical Center" of the Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow, Russian Federation

Due to the aging of society, the number of patients with cardiovascular diseases is growing steadily. Arterial stiffness is the primary pathogenetic mechanism in the development of cardiovascular diseases. Simple non-invasive methods, which do not take much time and are informative enough for prognosis, can be used to estimate arterial stiffness, one of them is the cardio-ankle vascular index (CAVI). This index of general stiffness arteries from the beginning of the aorta to the ankle. Evaluation of arterial stiffness of the vascular wall using CAVI has several advantages among other methods. This review analyzes the data on the application of the technique in patients of older adults.

**For citation:** Luzina A.V., Tkacheva O.N., Runikhina N.K., Kotovskaya Yu.V. Modern methods to estimate arterial stiffness in patients of older age groups. *Kardiologiya: novosti, mneniya, obuchenie* [Cardiology: News, Opinions, Training]. 2019; 7 (4): 44–7. doi: 10.24411/2309-1908-2019-14006 (in Russian)

Received 14.11.2019. Accepted for publication 01.12.2019.

**Keywords:**  
frailty, arterial stiffness, older adults, complex geriatric assessment

**П**ожилой возраст признан в качестве одного из наиболее значимых факторов риска (ФР) сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Более 50% всех ССЗ возникают в возрасте старше 60 лет, распространенность ССЗ у лиц старше 80 лет составляет 85% [1].

Артериальная жесткость сосудистой стенки – это интегральный показатель сердечно-сосудистого риска.

Повышенная артериальная жесткость является независимым ФР развития ССЗ, ассоциированным с повышенным риском развития инсульта, ишемической болезни сердца, расслаивающей аневризмы аорты, смерти от ССЗ [2].

В клинической практике артериальную жесткость измеряют путем определения скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) на каротидно-фemorальном сегменте артериального русла. В процессе старения снижается растяжимость аорты и артерий за счет потери эластичности волокон стенки артерий и отложения в ней коллагена, эластина, глюкозаминогликанов и кальция. Скорость распространения пульсовой волны зависит от артериальной жесткости сосудистой стенки, а также от уровня артериального давления (АД) у пациента на момент обследования. У пациентов пожилого и старческого

возраста показатели АД значительно варьируют в результате повышенной вариабельности АД в течение дня. Это затрудняет определение жесткости артериальной стенки у пациентов пожилого и старческого возраста методом измерения СРПВ.

Японские ученые предложили новый метод определения артериальной жесткости – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (СЛСИ, индекс CAVI, Cardio-Ankle Vascular Index). Он основан на расчете параметра жесткости  $\beta$ , не зависящего от текущего уровня АД у обследуемого.

СЛСИ отражает жесткость артериального русла, содержащего аорту, бедренную и большеберцовую артерию. Этот индекс был первоначально получен из параметра жесткости  $\beta$ , предложенного К. Хаяси [3] и Т. Кавасаки и соавт. [4], и был расширен до модифицированного уравнения Брамвелла–Хилла [5]:

$$CAVI = a [(2\rho/\Delta P) \times \ln (P_s/P_d) PWV^2] + b,$$

где  $P_s$  – систолическое артериальное давление,  $P_d$  – диастолическое артериальное давление,  $PWV$  – скорость пульсовой волны от начала аорты до большеберцовой артерии в голеностопном суставе,  $\Delta P = P_s - P_d$ ,  $\rho$  – плотность крови,  $a$  и  $b$  постоянные.

Независимость СЛСИ от АД была подтверждена не только теоретически, но и экспериментально: при введении селективного  $\beta_1$ -блокатора (метопролола) происходило снижение АД за счет уменьшения сократимости сердечной мышцы и сердечного выброса, но влияния на сократительную способность сосудистой стенки при этом не отмечалось, однако в течение 6 ч наблюдалось снижение систолического и диастолического АД. За это время СЛСИ не изменялся, а СРПВ снижалась [6]. Это явление можно объяснить следующим образом: метопролол не влияет на сократительную способность гладкомышечных клеток артериальной стенки, тогда как СПВ уменьшается за счет снижения АД [7]. Это исследование показало, что во время измерения АД не влияло на СЛСИ. Следовательно, СЛСИ можно использовать для измерения истинной жесткости артериальной стенки, игнорируя изменение АД в процессе измерения.

Исследования, проведенные В.А. Милягиным и соавт., также свидетельствуют, что показатель СЛСИ не зависит от уровня АД [8]. Японские исследователи показали, что при СЛСИ >9 ед. определяется высокий риск атеросклероза коронарных артерий. Этот показатель рекомендуется не только для определения жесткости сосудов, но и для оценки степени выраженности атеросклеротического процесса [9]. Жесткость сосудов эластического типа, соответствующая этой величине, является тем пределом, после которого существенно нарушается демпфирующая функция магистральных сосудов. В одномоментном поперечном исследовании случайной выборки ( $n=200$ ) людей старше 60 лет, проведенном в Республике Башкортостан и Санкт-Петербурге, выявили средние расчетные значения СЛСИ в возрасте от 60 до 70 лет –  $9,41 \pm 1,24$ , от 70 до 75 лет –  $9,29 \pm 1,23$ . Средняя скорость увеличения СЛСИ у женщин выше, пик роста отмечается в возрасте 71–75 лет. Скорость роста СЛСИ у мужчин после 60 лет

носит более линейный характер. Также в этом исследовании выявлена ассоциация высоких значений СЛСИ с острым нарушением мозгового кровообращения (ОНМК) в анамнезе у лиц старше 60 лет [10].

Аппараты, реализующие этот метод, позволяют получить ряд дополнительных параметров, имеющих клиническое значение: лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ), индекс прироста (АИ), время подъема волны (UT), степень сглаженности АД (%MAP) [11]. ЛПИ отражает соотношение систолического АД (САД) на лодыжечном уровне и на уровне плеча. Этот показатель может служить основой для простого и достаточно точного неинвазивного скрининга и диагностики заболеваний периферических артерий. Диагностическим критерием стеноза артерий нижних конечностей считают снижение ЛПИ <0,9 ЕД [12]. Снижение ЛПИ является предиктором ишемической болезни сердца (ИБС), ОНМК, транзиторных ишемических атак, почечной недостаточности и общей смертности. Именно поэтому поражение артерий нижних конечностей рассматривается как эквивалент ИБС и требует своевременной диагностики и лечения. Индекс прироста (АИ) рассчитывают при помощи контурного анализа пульсовой волны (ПВ); он характеризует силу отраженной ПВ, приводящей к приросту АД в проксимальных отделах артериальной системы. Повышение АИ ассоциировано с повышенным риском развития сердечно-сосудистых осложнений и поражением органов-мишеней при артериальной гипертензии (АГ) [13]. Данные об UT,%MAP в литературе ограничены. В.А. Милягин и соавт. [14] приводят данные о том, что R (L) B-UT >180 мс и %MAP >40% являются дополнительными признаками стеноза или окклюзии артерий.

Возраст – это ведущий фактор, определяющий жесткость сосудов эластического типа [15]. При анализе зависимости с возрастом показателей объемной сфигмографии (СЛСИ и СПВ) и аппланационной тонометрии (центральное давление, индекс аугментации, центральное пульсовое давление) выявлено, что наиболее высокая корреляционная зависимость с возрастом была у показателя СЛСИ – 0,87 ( $p < 0,001$ ) и СПВ – 0,82 ( $p < 0,001$ ). Показатели, характеризующие центральную аугментацию АД, также имели достаточно хорошую корреляционную зависимость от возраста, но она была несколько ниже (давление аугментации  $r=0,68$ ,  $p < 0,001$  и индекс аугментации  $r=0,61$ ,  $p < 0,001$ ), центральное пульсовое давление – 0,48 ( $p < 0,001$ ) [16]. Более высокая связь с возрастом СЛСИ подчеркивает, что он зависит преимущественно от артериальной жесткости и является ее основным показателем.

Необходимо понимать, что популяция людей пожилого и старческого возраста неоднородна и что не только возраст и/или наличие хронических заболеваний определяют прогноз для жизни и здоровья пациента, но и синдром старческой астении (англ. *frailty* – хрупкость).

В 2001 г. Р. Fried (Медицинский факультет Университета Джонса Хопкинса, США) описал хрупкость как клинический синдром, характеризующийся снижением физиологических резервов, системными расстройствами и подверженностью стрессовым событиям [17]. Синдром старческой астении определяется как крайняя уязвимость организма

к эндо- и экзогенным стрессорным факторам, которая подвергает человека более высокому риску негативных последствий для здоровья, а также является переходным этапом между успешным старением и инвалидизацией.

Появляется все больше доказательств того, что синдром старческой астении и атеросклероз имеют общий патогенез, например воспаление. Синдром старческой астении часто сопровождается такими сопутствующими заболеваниями, как АГ, ИБС, хроническая сердечная недостаточность, сахарный диабет, хроническая болезнь почек [18]. Синдром старческой астении можно интерпретировать как состояние полиорганного функционального снижения [19].

В исследовании, проведенном в Пекине, был обследован 171 пациент в возрасте 60–96 лет. Пациенты с использованием индекса хрупкости P. Fried были разделены на 3 группы: хрупкие, прехрупкие и крепкие; у всех пациентов определяли артериальную жесткость с использованием СЛСИ. Показатель СЛСИ был выше в группе хрупких пациентов, а также выявлена обратная корреляция между показателем СЛСИ и силой сжатия рукоятки динамометра, скоростью ходьбы.

Эти 2 показателя оценивают мышечную силу в верхних и нижних конечностях. В результате проведенного исследования было выявлено, что СЛСИ – независимый фактор риска для проявления хрупкости: отношение шансов – 2,013, 95% доверительный интервал 1,498–2,703 ( $p < 0,001$ ) [20].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка артериальной жесткости у пациентов пожилого и старческого возраста с использованием СЛСИ – это наиболее простой, доступный и объективный метод. Однако пока недостаточно работ по оценке артериальной жесткости в группе пациентов с синдромом старческой астении. Необходимы дальнейшие исследования для оценки его дополнительной ценности для стратификации сердечно-сосудистого риска у пациентов пожилого и старческого возраста.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Обособленное структурное подразделение «Российский геронтологический научно-клинический центр» ФГАОУ ВО «Российский научно-исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация:**

**Лузина Александра Вячеславовна (Luzina Aleksandra V.)** – младший научный сотрудник лаборатории сердечно-сосудистого старения, врач-кардиолог

E-mail: alexalav@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1695-9107>

**Ткачева Ольга Николаевна (Tkacheva Olga N.)** – доктор медицинских наук, профессор, директор

E-mail: tkacheva@rambler.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4193-688X>

**Рунихина Надежда Константиновна (Runikhina Nadezhda K.)** – доктор медицинских наук, заместитель директора по гериатрической работе

E-mail: runishi@rambler.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5272-0454>

**Котовская Юлия Викторовна (Kotovskaya Yulia V.)** – доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе

E-mail: kotovskaya@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1628-5093>

## ЛИТЕРАТУРА

1. Go A.S., Mozaffarian D., Roger V.L. et al. Heart disease and stroke statistics – 2013 update: a report from the American Heart Association // *Circulation*. 2013. Vol. 127. P. e6–e245.
2. Laurent S., Boutouyrie P., Asmar R., Gautier I. et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients // *Hypertension*. 2001. Vol. 37. P. 1236–1241. doi: 10.1161/01.HYP.37.5.1236.
3. Hayashi K., Handa H., Nagasawa S., Okumura A. et al. Stiffness and elastic behavior of human intracranial and extracranial arteries // *J. Biomech*. 1980. Vol. 13, N 2. P. 175–184.
4. Kawasaki T., Sasayama S., Yagi S., Asakawa T. et al. Non-invasive assessment of the age related changes in stiffness of major

branches of the human arteries // *Cardiovasc. Res*. 1987. Vol. 21, N 9. P. 678–687.

5. Bramwell J.C., Hill A.V. Velocity of the pulse wave in man // *Proc. R. Soc. Lond. B*. 1922. Vol. 93. P. 298–306.

6. Shirai K., Song M., Suzuki J., Kurosu T. et al. Contradictory effects of  $\beta$ 1- and  $\alpha$ 1- adrenergic receptor blockers on cardio-ankle vascular stiffness index (CAVI) – CAVI independent of blood pressure // *J. Atheroscler. Thromb*. 2011. Vol. 18, N 1. P. 49–55.

7. Nye E.R. The effect of blood pressure alteration on the pulse wave velocity // *Br. Heart J*. 1964. Vol. 26. P. 261–265.

8. Милягина И.В., Милягин В.А., Поздняков Ю.М. и др. Сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (CAVI) – новый предиктор сердеч-

но-сосудистого риска // Кардиоваскулярная тер. и профилактика. 2008. № 7. P. 22–26.

9. Shirai K. A new world of vascular function developed by CAVI // CAVI as a Novel Indicator of Vascular Function. Toho University, Japan, 2009. P. 16–29.

10. Турушева А.В., Котовская Ю.В., Фролова Е.В., Киселева Г.В. Валидация сердечно-лодыжечного сосудистого индекса как маркера риска инсульта в популяциях пациентов пожилого возраста Санкт-Петербурга и Башкортостана // Артериальная гипертензия. 2019. Т. 25, № 3. С. 258–266. doi: 10.18705/1607-419X-2019-25-3-258-266.

11. Рогоза А.Н. Неинвазивные методы определения ригидности магистральных артерий // Функциональная диагностика. 2007. № 3. С. 17–32.

12. Национальные рекомендации по ведению пациентов с сосудистой артериальной патологией (Российский согласительный документ). Ч. 1. Периферические артерии. М.: Изд-во НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2010. 176 с.

13. Shimizu M., Kario K. Role of the augmentation index in hypertension // Ther. Adv. Cardiovasc. Dis. 2008. Vol. 2. P. 25–35. doi: 10.1177/1753944707086935.

14. Laurent S., Boutouyrie P., Lacolley P. Structural and genetic bases of arterial stiffness // Hypertension. 2005. Vol. 45, N 6. P. 1050–1055.

15. Мильягин В.А., Комиссаров В.Б. Современные методы определения жесткости сосудов // Артериальная гипертензия. 2010. Т. 16, № 2. С. 1–10.

16. Fried P., Ferrucci L., Darer J., Williamson J.D. et al. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care // J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci. 2004. Vol. 59. P. 255–263.

17. Weiss O.C. Frailty and chronic diseases in older adults // Clin. Geriatr. Med. 2011. Vol. 27. P. 39–52.

18. Theou O., Rockwood M.R.H., Mitnitski A., Rockwood K. Disability and co-morbidity in relation to frailty: how much do they overlap? // Arch. Gerontol. Geriatr. 2012. Vol. 55. P. e1–e8. doi: 10.1016/j.archger.2012.03.001.

19. Xue Q., Qin M.Z., Jia J., Liu J.P. et al. Association between frailty and the cardio-ankle vascular index // Clin. Interv. Aging. 2019. Vol. 14. P. 735–742. doi: 10.2147/CIA.S195109.

## REFERENCES

1. Go A.S., Mozaffarian D., Roger V.L., et al. Heart disease and stroke statistics – 2013 update: a report from the American Heart Association. Circulation. 2013; 127: e6–245.

2. Laurent S., Boutouyrie P., Asmar R., Gautier I., et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. Hypertension. 2001; 37: 1236–41. doi: 10.1161/01.HYP.37.5.1236.

3. Hayashi K., Handa H., Nagasawa S., Okumura A., et al. Stiffness and elastic behavior of human intracranial and extracranial arteries. J Biomech. 1980; 13 (2): 175–84.

4. Kawasaki T., Sasayama S., Yagi S., Asakawa T., et al. Non-invasive assessment of the age related changes in stiffness of major branches of the human arteries. Cardiovasc Res. 1987; 21 (9): 678–87.

5. Bramwell J.C., Hill A.V. Velocity of the pulse wave in man. Proc R Soc Lond B. 1922; 93: 298–306.

6. Shirai K., Song M., Suzuki J., Kurosu T., et al. Contradictory effects of  $\beta$ 1- and  $\alpha$ 1- adrenergic receptor blockers on cardio-ankle vascular stiffness index (CAVI) – CAVI independent of blood pressure. J Atheroscler Thromb. 2011; 18 (1): 49–55.

7. Nye E.R. The effect of blood pressure alteration on the pulse wave velocity. Br Heart J. 1964; 26: 261–5.

8. Мильягина И.В., Мильягин В.А., Поздныakov Ю.М., Лексина Ю.Н., et al. Cardio-ankle vascular index – a new cardiovascular risk predictor. Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika [Cardiovascular Therapy and Prevention]. 2008; (7): 22–6. (in Russian)

9. Shirai K. A new world of vascular function developed by CAVI. In: CAVI as a Novel Indicator of Vascular Function. Toho University, Japan, 2009. P. 16–29.

10. Turusheva A.V., Kotovskaya Yu.V., Frolova E.V., Kiseleva G.V. Validation of cardio-ankle vascular index as a marker of risk of stroke

in older adults in St Petersburg and Bashkortostan. Arterial'naya gipertenziya [Arterial Hypertension]. 2019; 25 (3): 258–66. doi: 10.18705/1607-419X-2019-25-3-258-266. (in Russian)

11. Rogoza A.N. Neinvazivnyye metody opredeleniya rigidnosti magistralnykh arteriy. Funktsional'naya diagnostika [Functional Diagnostics]. 2007; (3): 17–32. (in Russian)

12. National guidelines for the management of patients with vascular arterial pathology (Russian conciliation document). Part 1. Peripheral arteries. Moscow: Izdatel'stvo NTSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN. 2010: 176 p. (in Russian)

13. Shimizu M., Kario K. Role of the augmentation index in hypertension. Ther Adv Cardiovasc Dis. 2008; 2: 25–35. doi: 10.1177/1753944707086935.

14. Laurent S., Boutouyrie P., Lacolley P. Structural and genetic bases of arterial stiffness. Hypertension. 2005; 45 (6): 1050–5.

15. Milyagin V.A., Komissarov V.B. Modern methods of evaluation of vascular stiffness. Arterial'naya gipertenziya [Arterial Hypertension]. 2010; 16 (2): 1–10. (in Russian)

16. Fried P., Ferrucci L., Darer J., Williamson J.D., et al. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2004; 59: 255–63.

17. Weiss O.C. Frailty and chronic diseases in older adults. Clin Geriatr Med. 2011; 27: 39–52.

18. Theou O., Rockwood M.R.H., Mitnitski A., Rockwood K. Disability and co-morbidity in relation to frailty: how much do they overlap? Arch Gerontol Geriatr. 2012; 55: e1–8. doi: 10.1016/j.archger.2012.03.001.

19. Xue Q., Qin M.Z., Jia J., Liu J.P., et al. Association between frailty and the cardio-ankle vascular index. Clin Interv Aging. 2019; 14: 735–42. doi: 10.2147/CIA.S195109.