

## ВОЗМОЖНОСТИ ОБЪЁМНОЙ СФИГМОГРАФИИ КАК МЕТОДА СКРИНИНГОВОЙ ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

РУП «Научно-практический центр гигиены»

---

*Поиск новых технологий как первичной, так и вторичной профилактики сердечно-сосудистых событий является одним из главных направлений в современной медицине, что и послужило поиску новых моделей стратификации (определения) риска. В клинической практике при стратификации риска пациента и оценки эффективности профилактических вмешательств наиболее перспективными для использования являются скрининговые методы. В этом аспекте особый интерес представляет определение артериальной жесткости, как интегрального показателя сердечно-сосудистого риска.*

*Одним из таких методов является метод объемной сфигмографии, с помощью которого оценивается одна из вариаций СРПВ – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (СЛСИ), а также измеряются лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ), пальце-плечевой индекс (ППИ), рассчитываются показатели аугментации (усиления) пульсовой волны, биологический возраст человека, регистрируется артериальное давление (АД) на четырех конечностях с графическим отображением уровней АД (функция баланса АД). Данный метод позволяет выявить группу лиц с доклиническим развитием атеросклероза различных локализаций; определить группу высокого сердечно-сосудистого риска; оценить эффективность лечебных и профилактических вмешательств, направленных на факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний (артериальная гипертензия, сахарный диабет, гиперлипидемия, ожирение и др.); оценить состояния периферических артерий у лиц с высоким риском сердечно-сосудистых событий.*

*Диагностическая и прогностическая значимость, неинвазивность, хорошая воспроизводимость методики и минимальное время проведения исследования позволяют использовать метод объемной сфигмографии для скрининговых исследований.*

**Ключевые слова:** *объемная сфигмография, артериальная гипертензия.*

*E. A. Siamushyna, A. V. Zelenko, O. K. Siniakova,  
L. S. Shcherbinskaya*

### **THE POSSIBILITIES OF VOLUME SPHYGMOGRAPHY AS A METHOD OF SCREENING DIAGNOSTICS OF CARDIOVASCULAR DISEASES**

*The search for new technologies, both primary and secondary prevention of cardiovascular events is one of the main directions in modern medicine, and that was the search for new models of stratification (determinate) of risk. In clinical practice in the risk stratification of the patient and assessment of the effectiveness of preventive interventions are the most perspective for use are the screening methods. This aspect is of particular interest in determining arterial stiffness, as an integral indicator of cardiovascular risk.*

*One of such methods is a method of volumetric sphygmography, which evaluates a variation of the SPW – cardio-ankle vascular index (CAVI), and also measured the ankle-brachial index (ABI) toe-brachial index (TBI), are calculated the values of the augmentation (amplification) of the pulse wave, the biological age of a person, recorded blood pressure (BP) on four limbs with a graphical display of blood pressure (a function of balance BP). This method allows to identify a group of individuals with preclinical development of atherosclerosis of various localizations; to define the group of high cardiovascular risk; assess the effectiveness of therapeutic and preventive actions targeting risk factors for cardiovascular diseases (arterial hypertension, diabetes mellitus, hyperlipidemia, obesity, etc.); assess the status of the peripheral arteries in person with high risk of cardiovascular events.*

**Keywords:** *volum sphygmography, arterial hypertension.*

**Ц**ель: на основании анализа литературных источников изучить возможности метода объёмной сфигмографии как метода скрининговой диагностики сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ).

ССЗ прочно удерживают первенство среди самых распространенных и опасных болезней XXI века.

Основой борьбы с сердечно-сосудистыми осложнениями (ССО) является выявление пациентов с высокой вероятностью их развития и последующее осуществление профилактических мероприятий. Для стратификации риска ССО наибольшее значение имеет определение интегральных показателей сердечно-сосудистого риска, которые отражают накопленное воздействие отрицательных факторов на организм человека в течение жизни, и могут быть представлены в количественном выражении. Предполагается, что большинство факторов сердечно-сосудистого риска (ССР) реализуют свое влияние через воздействие на сосудистую стенку. В связи с этим маркеры субклинического поражения сосудов – кальцификация коронарных артерий, утолщение комплекса интима-медиа сонных артерий, увеличение жесткости магистральных сосудов, аугментация центрального аортального давления, снижение лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) – привлекают особое внимание [1]. В клинической практике при стратификации риска пациента и оценки эффективности профилактических вмешательств наиболее перспективными для использования являются скрининговые методы. В этом аспекте особый интерес представляет определение артериальной жесткости, как интегрального показателя сердечно-сосудистого риска [2].

Повышение артериальной жесткости – один из маркеров повышенного риска развития сердечно-

сосудистых заболеваний и является «естественным» параметром, суммирующим влияние как генетических, так и внешних факторов в соответствии с длительностью и интенсивностью их воздействия. Многие исследования показали значение артериальной жесткости в качестве суррогатного маркера для определения тяжести поражения и прогноза сердечно-сосудистых заболеваний [27, 28].

В соответствии с рекомендациями АНА 2015 г. [24] измерение артериальной жесткости обладает дополнительной ценностью при прогнозировании сердечно-сосудистых событий с учетом стандартных факторов риска ССЗ (класс IIa, уровень доказательности A).

Золотым стандартом измерения жесткости сосудистой стенки является оценка скорости распространения пульсовой волны. Проведено большое количество исследований, которые доказали, что СРПВкф является независимым предиктором общей и сердечно-сосудистой смертности у больных артериальной гипертензией и в общей популяции в целом [13, 14, 22].

В согласительном документе по оценке по оценке артериальной жесткости в повседневной практике рассмотрен новый метод расчета СПВ и была рекомендована новая пороговая величина кфСПВ – 10 м/с [25], что нашло отражение в последних рекомендациях ESH/ESC по АГ 2013 г. [23]. По результатам измерения артериальной жесткости, значительная часть больных АГ из группы среднего риска может быть реклассифицирована в группы более высокого ССР. В ряде исследований показано, что стойкое повышение кфСПВ во время лечения АГ и других ССЗ ассоциировано с высоким ССР и неблагоприятным исходом [1].

Недостатком определения любой СРПВ является то, что она зависит не только от жесткости сосудистой стенки, обусловленной изменением ее структуры, но и от уровня АД в артериальной системе во время определения СРПВ (уровень растягивающего давления).

Принципиально новый стандарт жесткости сосудистой стенки – сердечно-лодыжечный индекс (СЛСИ) – рассчитанный на основании СРПВ, не зависящий от уровня артериального давления, определяется при проведении метода объемной сфигмографии. При проведении данного обследования в анализ включена аорта на всем протяжении, включая центральную аорту, поэтому этот показатель в значительной степени ассоциируется с наличием и тяжестью коронарного атеросклероза [4].

Как показатель раннего артериосклероза/атеросклероза, СЛСИ обеспечивает диагностику артериосклероза/атеросклероза у здоровых лиц, пациентов с АГ, гиперлипидемией, диабетом, инфарктом миокарда, инсультом. На наличие атеросклеротического поражения коронарных и/или сонных артерий указывает СЛСИ более 8,0 ед. [9, 17]. У пациентов с величиной СЛСИ более 9,0 ед. при коронарографии определяются гемодинамически значимые сужения коронарных артерий, а при величине 10,0 ед. и более – множественные поражения коронарных артерий [15].

Кроме возраста, артериальной гипертензии, атеросклероза сосудов любой локализации, на величину индекса СЛСИ существенное влияние оказывают факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний (гиперхолестеринемия, избыточная масса тела, курение, неблагоприятная наследственность, стресс, сахарный диабет, толщина комплекса интима-медиа сонной артерии), хронические заболевания почек, синдром обструктивного апноэ, системные заболевания соединительно ткани, доклинические поражения органов мишеней, воздействие промышленного аэрозоля [10, 12, 26]. Поскольку САVI уменьшается при адекватном контроле артериального давления, гликемии, отказе от курения, снижении веса, данный индекс также как СРПВ может использоваться для динамического наблюдения за эффективностью медикаментозной терапии при АГ и сахарном диабете, как индикатор модификации образа жизни [20, 21].

Диагностическая и прогностическая значимость, неинвазивность, хорошая воспроизводимость методики и минимальное время проведения теста для определения СЛСИ позволяют использовать индекс для скрининговых исследований [4].

На основании индекса СЛСИ производится расчет сосудистого возраста, представляющего собой сумму физиологического возраста и возраста при патологии, который меняется при артериальной гипертензии, сахарном диабете, гиперхолестеринемии, гипертрофии миокарда левого желудочка, хронической болезни почек и гиперурикемии [3].

На примере группы пациентов с расчётным сосудистым возрастом, превышающим их истинный паспортный возраст, подтверждено, что они являются пациентами, имеющими различные сердечно-сосу-

дистые заболевания и высокий риск развития сердечно-сосудистых осложнений [2].

Скрининг лиц старше 40 лет с помощью метода объёмной сфигмографии позволяет обнаружить атеросклеротическое поражение артерий в 14,7%, при этом вероятность поражения периферических артерий достоверно коррелирует с величиной риска по шкале SCORE. У пациентов с ИБС и цереброваскулярными болезнями мультифокальный атеросклероз выявляется в 21 и 22% случаев соответственно [5].

Помимо индекса СЛСИ и сосудистого возраста, при проведении данного обследования регистрируется АД на четырёх конечностях, лодыжечно-плечевой индекс давления (ЛПИ), пальце-плечевой индекс (ППИ) и индекс аугментации (усиления) пульсовой волны.

Важным преимуществом метода объёмной сфигмографии является не только возможность одновременно регистрировать уровень артериального давления на верхних и нижних конечностях, но и возможность наглядной оценки баланса уровня артериального давления в четырёх сосудистых бассейнах. Это особенно важно для скрининговых обследований, при доврачебном обследовании.

Функция баланса артериального давления позволяет предположить наличие атеросклероза артерий верхних конечностей. С помощью графика устанавливается разница в уровнях АД между левыми и правыми конечностями, что указывает на возможную ишемию (стеноз) в соответствующем сосудистом бассейне у обследуемого пациента, которая может быть обусловлена атеросклеротическим поражением одной или нескольких артерий, врожденной аномалией артерий, коарктацией аорты, неспецифическим аортоартериитом и др. Разница в уровнях САД на правой и левой руке более 10 мм рт. ст. при одновременном измерении или брахиальный индекс (отношение низкого САД на плече к высокому САД на противоположном плече) менее 0,9 также как ЛПИ является показателем сердечно-сосудистого риска, свидетельствует о стенозирующем поражении артерий верхних конечностей [4].

Асимметрия САД на руках, превышающая 15 мм рт. ст., является не только предиктором поражения периферических артерий и цереброваскулярной патологии, но и значимо ассоциируется с увеличением риска сердечно-сосудистой и общей смертности [7]. Асимметрия САД и на руках и на ногах независимо от величины АД является фактором риска как сердечно-сосудистой, так и общей смертности [19].

Важным параметром центральной гемодинамики является индекс аугментации (AI). Аугментация центральной пульсовой волны – ведущий фактор увеличения центрального пульсового давления, характеризует степень повреждающего действия пульсовой волны, нагрузку на левый желудочек. Являясь маркером сосудистой ригидности, AI увеличивается с возрастом. В последние годы установлено, что высокий AI является предиктором сердечно-сосудистых осложнений, маркером субклинического атеросклероза и выраженности гипертрофии левого желудочка

[8, 18]. Снижение AI происходит при воздействии вазоактивных лекарств, в некоторых случаях без изменения СРПВ [11]. Уменьшение индекса AI более выражено при длительной эффективной терапии антигипертензивными препаратами [16]. Выше сказанное позволяет рекомендовать использовать AI для контроля за проводимым лечением у пациентов с АГ.

Лодыжечно-плечевой индекс давления (ЛПИ) – это отношение САД на голени к САД на плечах. Показатель отражает степень стеноза или окклюзии артерий нижних конечностей в результате атеросклероза, и является скрининговым тестом для оценки состояния периферических артерий у лиц с высоким риском сердечно-сосудистых событий [6]. В этом отношении он превосходит такие методы, как сбор анамнеза, анкетирование и пальпаторное определение пульса на периферических сосудах. Снижение ABI является фактором риска ИБС, инсульта, транзиторной ишемической атаки и общей смертности [1]. Именно поэтому поражение артерий нижних конечностей в настоящее время рассматривается как эквивалент ИБС и требует агрессивного подхода к лечению.

В случаях, когда выявляются нарушения проходимости сосудов нижних конечностей, определяется пальце-плечевой индекс (ППИ), позволяющий выявить нарушения кровотока в периферических артериях ниже лодыжки. ППИ – это отношение САД на большом пальце стопы (справа/слева) к САД на плечах. ППИ можно применять по ряду показаний, в частности при сомнительных (пограничных) значениях ЛПИ, когда интерпретировать результаты ЛПИ не представляется возможным из-за развития кальцификации стенок артерий. Также ППИ может быть использован как скрининговый метод диагностики, направленный на выявление ранних изменений сосудистой стенки у работников, имеющих вредные и опасные условия труда: воздействие производственного вибрационного фактора, промышленных аэрозолей [1].

Таким образом, метод объемной сфигмографии может быть использован как метод скрининговой диагностики ССЗ для:

- выявления доклинического атеросклероза и определения групп высокого сердечно-сосудистого риска с осуществлением последующего контроля за эффективностью проводимых профилактических и лечебных мероприятий;
- контроля за проводимым лечением у пациентов с АГ;
- реклассификации группы риска пациентов с АГ по результатам измерения артериальной жесткости;
- оценки состояния периферических артерий у лиц с высоким риском сердечно-сосудистых событий;
- оценки кровотока в периферических артериях ниже лодыжки.

Таким образом, проведение альтернативных методов скрининговой диагностики ССЗ методом объемной сфигмографии может существенно повлиять на эффективность профилактических мероприятий, снизить сердечно-сосудистую смертность и увеличить продолжительность жизни.

## Литература

1. Васюк, Ю. А. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жёсткости в клинической практике / Ю. А. Васюк [и др.] // Кардиоваскуляр. терапия и профилактика. – 2016. – Т. 15, № 2. – С. 4–9.
2. Гайсенек, О. В. Применение индекса CAVI в клинической практике: расчетный сосудистый возраст как инструмент для принятия решения о дополнительном обследовании пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями / О. В. Гайсенек [и др.] // Кардиология. – 2015. – Т. 55, № 7. – С. 51–56.
3. Прибылова, Н. Н. Методика измерения жесткости сосудистой стенки в практике кардиологического отделения: метод. рекомендации для кардиологов, сердечно-сосудистых хирургов, врачей ультразвуков. и функц. диагностики, неврологов, эндокринологов, клинич. ординаторов и интернов / Н. Н. Прибылова [и др.]; Курск. гос. мед. ун-т. – Курск: КГМУ, 2014. – 29 с.
4. Рыбина, Т. М. Оценка состояния сосудов методом сфигмометрии у работников: метод. рекомендации / Т. М. Рыбина [и др.]. – Минск: [б. и.], 2014. – 28 с., 23 с., 24 с.
5. Хохлов, Р. А. Эффективность выявления атеросклеротического поражения артерий конечностей с помощью многоканальной объемной сфигмографии [Электронный ресурс] / Р. А. Хохлов [и др.] // Российский национальный конгресс кардиологов: тез., Москва, 22–25 сент. 2015 г. – Режим доступа: <http://biosite.ru/news/1/359>. – Дата доступа: 14.12.2016.
6. Aboyans, V. Measurement and Interpretation of the Ankle-Brachial Index A Scientific Statement From the American Heart Association / Victor Aboyans [et al.] // Circulation. – 2012. – Vol. 126. – P. 2890–2909.
7. Clark, C. E. Association of a difference in systolic blood pressure between arms with vascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis / C. E. Clark, R. S. Taylor, A. C. Shore, O. C. Ukoumunne, J. L. Campbell // Lancet. – 2012. – Vol. 380, № 9819. – P. 905–914. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61710-8.
8. Hashimoto, J. Enhanced radial late systolic pressure augmentation in hypertensive patients with left ventricular hypertrophy / J. Hashimoto, D. Watabe, R. Hatanaka // Am. J. Hypertens. – 2006. – Vol. 19. – P. 27–32.
9. Huaqing, Hu. A cutoff point for arterial stiffness using the cardio-ankle vascular index based on carotid arteriosclerosis / Hu Huaqing [et al.] // Hypertension Research. – 2013. – Vol. 36. – P. 334–341.
10. Chang-fu, Wu. Effects of Personal Exposure to Particulate Matter and Ozone on Arterial Stiffness and Heart Rate Variability in Healthy Adults / Chang-fu Wu [et al.] // American Journal of Epidemiology. – 2010. – Vol. 171. – P. 1299–1309.
11. Kelly, R. P. Vasoactive Drugs Influence Aortic Augmentation Index Independently of Pulse-Wave Velocity in Healthy Men / R. P. Kelly [et al.] // Hypertension. – 2001. – Vol. 37. – P. 1429–1433.
12. Kumagai, T. Establishment of the Cardio-Ankle Vascular Index in Patients With Obstructive Sleep Apnea / Takiko Kumagai [et al.] // CHEST. – 2009. – Vol. 136. – P. 779–786.
13. Laurent, T. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardio-vascular mortality in hypertensive patients / S. Laurent [et al.] // J. of Hypertens. – 2001. – Vol. 37, № 5. – P. 1236–1241.
14. Mattace-Raso, F. U. Arterial stiffness and risk of coronary heart disease and stroke the Rotterdam Study / F. U. Mattace-Raso [et al.] // Circulation. – 2006. – Vol. 113, № 5. – P. 657–663.

## □ **Обзоры и лекции**

15. *Miyoshi, T.* Cardio-ankle vascular index is independently associated with the severity of coronary atherosclerosis and left ventricular function in patients with ischemic heart disease / T. Miyoshi [et al.] // *J. Atheroscler. Thromb.* – 2010. – Vol. 31, № 17. – P. 249–258.

16. *Ohno, Y.* Attenuated radial augmentation index is associated with successful long-term antihypertensive treatment / Y. Ohno [et al.] // *Journal of Human Hypertension.* – 2008. – Vol. 22. – P. 144–146.

17. *Park, H. E.* Cardio-ankle vascular index reflects coronary atherosclerosis in patients with abnormal glucose metabolism: Assessment with 256 slice multi-detector computed tomography / Hyo Eun Park [et al.] // *Journal of Cardiology.* – 2012. – Vol. 60. – C. 372–376.

18. *Rosenbaum, D.* Radial augmentation index is a surrogate marker of atherosclerotic burden in a primary prevention cohort / D. Rosenbaum [et al.] // *Atherosclerosis.* – 2013. – Vol. 231, № 2. – P. 436–441.

19. *Sheng, C. S.* Four-Limb Blood Pressure as Predictors of Mortality in Elderly Chinese / C. S. Sheng, M. Liu, W. F. Leng [et al.] // *Hypertension.* – 2013: 61:1155–60.12.

20. *Shirai, K.* Cardio-ankle vascular index (CAVI) as a novel indicator of arterial stiffness: theory, evidence and perspectives / K. Shirai [et al.] // *J. Atheroscler. Thromb.* – 2011. – Vol. 18, № 11. – P. 924–938.

21. *Shirai, K.* Evaluation of Blood Pressure Control using a New Arterial Stiffness Parameter, Cardioankle Vascular Index (CAVI) / K. Shirai [et al.] // *Current Hypertension Reviews.* – 2013. – Vol. 9. – P. 66–75.

22. *Shokawa, T.* Pulse wave velocity predicts cardiovascular mortality: findings from the Hawaii-Los Angeles-Hiroshima

study / T. Shokawa [et al.] // *Circ. J.* – 2005. – Vol. 69, № 3. – P. 259–264.

23. *The Task Force* the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension and of the European Society of Cardiology. 2013 Guidelines for the management of arterial hypertension / *Eur. Heart. J.* – 2013. – № 34 (28). – P. 2159–219.

24. *Townsend, R. R.* American Heart Association Council on Hypertension. Recommendations for improving and Standardizing Vascular Research on Arterial Stiffness. A Statement from the American Heart Association / R. R. Townsend, I. B. Wilkinson, E. L. Schiffrin [et al.] // *G. Hypertension.* – 2015. – Sep. 66 (3). – P. 698–722.

25. *Van Bortel, L. M.* Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily in practice using carotid-femoral pulse wave velocity / L. M. Van Bortel [et al.] // *J. of Hypertens.* – 2012. – Vol. 30, № 3. – P. 445–448.

26. *Wu, C. F.* Investigating the association of cardiovascular effects with personal exposure to particle components and sources / C. F. Wu [et al.] // *Sci Total Environ.* – 2012. – Vol. 431. – P. 176–182.

27. *Yiu, K. H.* Association of subclinical myocardial injury with arterial stiffness in patients with type 2 diabetes mellitus / K. H. Yiu, C. T. Zhao, Y. Chen [et al.] // *Cardiovasc Diabetol.* – 2013; 12:94.

28. *Zhang, C.* Cardio-ankle vascular index relates to left ventricular ejection fraction in patients with heart failure. A retrospective study / C. Zhang, M. Ohira, T. Iizuka [et al.] // *Int. Heart J.* – 2013; 54(4):216–21.

Поступила 09.03.2017 г.