

1. Johnsen SH, Ellisiv BM. Ultrasound imaging of carotid atherosclerosis in a normal population. *The Tromso Study. Norsk Epidemiologi* 2009; 19 (1): 17–28.
2. Wofford JL, Kabl FR, Howard GR et al. Relation of extent of extracranial carotid artery atherosclerosis as measured by B-mode ultrasound to the extent of coronary atherosclerosis. *Arterioscler Thromb* 1991; 11: 1786–94.
3. Rundek T, Arif H, Boden-Albala B et al. Carotid plaque, a subclinical precursor of vascular events: *The Northern Manhattan Study. Neurology* 2008; 70 (14): 1200–7.
4. O'Leary DH, Polak JF, Kronmal RA et al. Carotid-Artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults. *Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. N Engl J Med* 1999; 340: 14–22.
5. Spence JD, Hackam DG. Treating Arteries Instead of Risk Factors: A Paradigm Change in Management of Atherosclerosis. *Stroke* 2010; 41: 1193–9.
6. Рекомендации ЕОК по диагностике и лечению заболеваний периферических артерий 2011 г. Рационал. фармакотерапия в кардиологии. (Прил. 4). 2012.
7. NASCET. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade stenosis. *N Engl J Med* 1991; 325: 445–53.
8. Wolff T, Guirguis-Blake J, Miller T et al. Screening for carotid artery stenosis: an update of the evidence for the US. *Preventive Services Task Force. Ann Intern Med* 2007; 147: 860.
9. Komarovskiy R. Carotid ultrasound assessment of patients with coronary artery disease: a useful index for risk stratification. *Vascular Health Risk Management* 2005; 1 (2): 131–6.
10. Prabhakaran S, Rundek T, Ramas R et al. Carotid Plaque Surface Irregularity Predicts Ischemic Stroke: *The Northern Manhattan Study. Stroke* 2006; 37 (11): 2696–701.
11. Кардиоваскулярная профилактика. Национальные рекомендации. Разработаны Комитетом экспертов Всероссийского научного общества кардиологов. Кардиоваск. терапия и профилактика (Прил. 2). 2011; 10 (6).
12. Lauer MS. Primary prevention of atherosclerotic cardiovascular disease: the high public burden of low individual risk. *JAMA* 2007; 297 (12): 1376–8.
13. Ware JH. The limitations of risk factors as prognostic tools. *N Engl J Med* 2006; 355: 2615–7.
14. Perk J, De Backer G, Gohlke H et al. European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). *Eur Heart J* 2012; 33 (13): 1635–701.
15. Fabris F, Zanocchi M, Bo M et al. Carotid plaque, aging, and risk factors. A study of 457 subjects. *Stroke* 1994; 25 (6): 1133–40.
16. Willeit J, Kiechl S. Prevalence and risk factors of asymptomatic extracranial carotid artery atherosclerosis. A population-based study. *Arterioscler Thromb* 1993; 13 (5): 661–8.
17. Gostomzyk JG, Heller WD, Gerhardt P et al. B-scan ultrasound examination of the carotid arteries within a representative population (MONICA Project Augsburg). *Klin Wochenschr* 1988; 66 (Suppl. 11): 58–65.
18. Чазова ИЕ, Трубачева ИА, Жернакова Ю.В. и др. Распространенность артериальной гипертензии как фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний в крупном городе Сибирского ФО. Системные гипертензии. 2013; 10 (4): 30–7.

## Состояние сосудистой стенки в популяции взрослого населения на примере жителей Томска, по данным исследования ЭССЕ-РФ

А.Н.Рогоза<sup>1</sup>, В.С.Кавешников<sup>2</sup>, И.А.Трубачева<sup>2</sup>, В.Н.Серебрякова<sup>2</sup>, А.Р.Заирова<sup>1</sup>, Ю.В.Жернакова<sup>1</sup>, Е.В.Ощепкова<sup>1</sup>, Р.С.Карпов<sup>2</sup>, И.Е.Чазова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава России, Москва

<sup>2</sup>ФГБУ Научно-исследовательский институт кардиологии СО РАМН, Томск

### Резюме

В статье приводятся результаты изучения состояния сосудистой стенки (артериальная жесткость, лодыжечно-плечевой индекс и пульсовое давление) в популяции взрослого населения Томска, проведенного в рамках эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ. Обследованы 1379 человек в возрасте от 24 до 64 лет методом объемной сфигмографии на аппарате VaSera VS-1500 (Fukuda Denshi, Япония). Рассмотрены оптимальные значения сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (CAVI) в группе относительно здоровых лиц российской популяции. Проанализированы значения CAVI в целом в обследованной популяции в сравнении с данными других исследователей, а также в зависимости от наличия имеющихся сердечно-сосудистых заболеваний и их факторов риска.

**Ключевые слова:** эпидемиологическое исследование, сосудистая стенка, артериальная жесткость, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (CAVI), лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ), пульсовое давление, факторы риска.

### Vascular wall in adult population of Tomsk in the framework of the project ESSAY RF

AN.Rogozha, VS.Kaveshnikov, IA.Trubacheva, VN.Serebriakova, AR.Zairova, Yu.V.Zhernakova, EV.Oshepkova, RS.Karpov, IE.Chazova

### Summary

The article presents the results of study of arterial stiffness, ankle-brachial index and pulse pressure in adult population of Tomsk in the framework of the project ESSAY RF (Epidemiology of Cardiovascular diseases in the Regions of the Russian Federation). 1379 men and women of 24–64 yo. were studied by using volumetric sphygmography (VaSera VS-1500, Fukuda Denshi, Japan). The optimal values of CAVI (cardio-ankle vascular index), as a marker of arterial stiffness, were considered in group of relatively healthy persons in russian population. CAVI values in whole studied population were analyzed in comparison with data of other researchers and in association with CVD and CVD risk factors.

**Key words:** epidemiological study, vascular wall, arterial stiffness, cardio-ankle vascular index (CAVI), ankle-brachial index (ABI), pulse pressure, risk factors.

### Сведения об авторах:

Рогоза Анатолий Николаевич – д-р биол. наук, проф., рук. отд. новых методов диагностики ФГБУ РКНПК

Кавешников Владимир Сергеевич – канд. мед. наук, науч. сотр. отд-ния популяционной кардиологии с группой научно-медицинской информации, патентоведения и международных связей ФГБУ НИИ кардиологии

Трубачева Ирина Анатольевна – д-р мед. наук, рук. отд-ния популяционной кардиологии с группой научно-медицинской информации, патентоведения и международных связей ФГБУ НИИ кардиологии

Серебрякова Виктория Николаевна – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отд-ния популяционной кардиологии с группой научно-медицинской информации, патентоведения и международных связей ФГБУ НИИ кардиологии

Заирова Алсу Рафхатовна – канд. мед. наук, науч. сотр. отд. новых методов диагностики ФГБУ РКНПК. E-mail: also-zar@rambler.ru

Жернакова Юлия Валерьевна – д-р мед. наук, ст. науч. сотр. отд. координации и мониторинга научных программ ФГБУ РКНПК.

E-mail: juli001@mail.ru

Ощепкова Елена Владимировна – д-р мед. наук, проф., рук. отд. координации и мониторинга научных программ ФГБУ РКНПК

Карпов Ростислав Сергеевич – д-р мед. наук, проф., акад. РАН, дир. ФГБУ НИИ кардиологии

Чазова Ирина Евгеньевна – д-р мед. наук, проф., чл.-кор. РАМН, дир. ИКК им. АЛМясникова ФГБУ РКНПК

Сосудистая стенка является одним из основных объектов изучения в кардиологии. Нарушение транспортной и демпфирующей функций сосудов вследствие развития атеросклероза и артериосклероза у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) приводит к усугублению тяжести заболевания и развитию сердечно-сосудистых осложнений (ССО). В последние годы большое внимание уделяется выявлению так называемых доклинических, бессимптомных поражений органов-мишеней при ССЗ. Подчеркивается, что эти исследования особенно актуальны при оценке общего суммарного сердечно-сосудистого риска у лиц с умеренным риском по шкале SCORE [1, 2]. Также отмечается, что «накоплено очень много доказательств важнейшей роли бессимптомного поражения органов-мишеней в определении сердечно-сосудистого риска у лиц с повышенным артериальным давлением (АД) и без него» в связи с тем, что «любой из 4 маркеров органного поражения (микроальбуминурия, повышение скорости пульсовой волны (СПВ), гипертрофия миокарда левого желудочка и бляшки в сонных артериях) являются независимыми от стратификации по шкале SCORE предикторами сердечно-сосудистой смертности» [3–6].

С целью выявления бессимптомных поражений стенки магистральных артерий в европейских и национальных рекомендациях по диагностике и лечению артериальной гипертензии (АГ) предложено применять как ультразвуковое исследование сонных артерий, так и более доступные методы [3, 7, 8]. Косвенными признаками бессимптомного поражения сосудов являются: повышенное пульсовое АД (ПАД)  $\geq 60$  мм рт. ст. у лиц пожилого и старческого возраста, повышенная каротидно-феморальная СПВ  $> 10$  м/с и сниженный лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ) систолического давления (ЛПИ  $< 0,9$ ) [3, 8].

Повышение ПАД является косвенным признаком повышения артериальной жесткости (АЖ) у лиц старшего возраста [9], а также независимым предиктором сердечно-сосудистой смертности у больных АГ [10]. Фремингемское исследование показало, что ПАД является предиктором коронарного риска в большей степени, чем систолическое (САД) и диастолическое АД (ДАД) у больных АГ старше 50 лет [11, 12].

В настоящее время в соответствии с рекомендациями по АГ и кардиоваскулярной профилактике для выявления окклюзирующих поражений артерий нижних конечностей предлагается широко внедрять определение ЛПИ [1–3, 7, 8]. Значение ЛПИ  $< 0,9$  не только свидетельствует об облитерирующем поражении артерий нижних конечностей, но и указывает на высокую вероятность выраженного атеросклероза в других сосудистых бассейнах [1–3, 7, 8], является предиктором сердечно-сосудистых событий и ассоциировано с примерно двукратным увеличением сердечно-сосудистой смертности и частоты основных коронарных событий по сравнению с общими показателями в каждой фремингемской категории риска [3, 13, 14]. В то же время исследователи подчеркивают, что поскольку частота выявления заболеваний периферических артерий у бессимптомных пациентов моложе 50 лет чрезвычайно мала, массовое определение ЛПИ целесообразно только в более старшей возрастной группе [15]. Традиционные показания к измерению ЛПИ отражены в отечественных и международных рекомендациях по диагностике и лечению больных с заболеваниями периферических артерий [16, 17]. Определение ЛПИ с помощью автоматических осциллометрических приборов является наиболее простым и удобным методом при массовых обследованиях населения [18, 19].

Согласно консенсусу экспертов Европейского общества кардиологов, значение каротидно-феморальной СПВ  $> 10$  м/с свидетельствует о существенном повышении жесткости стенки аорты, является независимым предиктором развития ССЗ и ССО [20, 21] и рассматривается как признак субклинического поражения артерий [1–3, 8].

Каротидно-феморальная СПВ как «золотой стандарт» [20] в значительной степени отражает жесткость стенки аорты, является независимым предиктором общей и сердечно-сосудистой смертности, сердечно-сосудистых катастроф, инсультов у больных АГ, сахарным диабетом (СД) типа 2, у лиц пожилого возраста и в общей популяции в целом [3–6, 20, 21]. Показано, что в сравнении с другими факторами риска (ФР) ССЗ повышение аортальной жесткости является лучшим предиктором сердечно-сосудистых событий [22, 23] и прогностическая ценность аортальной жесткости сохраняется у лиц с исходно высоким риском ССЗ [24].

Экспертами рекомендованы разные методы и аппараты для измерения каротидно-феморальной СПВ, такие как, например, метод апplanationной тонометрии с использованием прибора SphygmoCor (AtCor Medical Pty Ltd., Австралия), применение механодатчиков на Complior System (Colson, Les Lilas, Франция) и др. [20]. Однако в повседневной клинической практике измерение СПВ с наложением датчиков на проекцию сонной и бедренной артерии часто вызывает определенные затруднения у среднего медперсонала. Как отмечают некоторые авторы, «это связано со сложностью регистрации пульсовых волн, возможными ошибками записи пульсовых волн и определения расстояния между участками регистрации волн. Внедрение этой методики требует специального обучения специалистов и их сертификации» [25]. Кроме того, показатель СПВ существенно зависит от уровня АД в момент проведения исследования, в связи с чем его возможности в оценке АЖ имеют некоторые ограничения. Предлагаемый японскими авторами метод объемной сфигмографии с использованием аппарата VaSera VS-1000 или VS-1500 (Fukuda Denshi, Япония) дает возможность изучения параметров АЖ с использованием манжет в качестве сфигмоматчиков, что значительно упрощает процедуру и сокращает время исследования.

Большим преимуществом изучения АЖ с использованием прибора VaSera VS-1000 (VS-1500) является возможность оценки состояния сосудистой стенки по новому показателю CAVI (cardio-ankle vascular index – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс), который автоматически рассчитывается прибором [26, 27]. CAVI – показатель жесткости аорты и магистральных артерий нижних конечностей, аналогичный широко применяемому при ультразвуковых исследованиях сосудов индексу жесткости  $\beta$  (отношение логарифма САД/ДАД к относительному изменению диаметра сосуда). Последний предложен K. Hayashi и соавт. (1975 г.) [28] в качестве индекса жесткости, который не зависит от уровня АД у пациента в момент проведения исследования и отражает «истинную» жесткость сосудистой стенки [26, 29]. В ряде исследований показана зависимость показателя CAVI от классических ФР ССЗ (возраст, пол, АГ, ожирение, гиперхолестеринемия – ГХС, нарушения углеводного обмена), а также выявлена его связь с коронарным атеросклерозом [30–33]. Кроме того, применение 4 сфигмоманжет для регистрации сфигмограмм дополнительно дает возможность одновременного измерения АД на 4 конечностях, что позволяет не только оценивать уровень АД, измерять ПАД, но и выявлять асимметрию АД и определять ЛПИ. Продемонстрирована высокая степень совпадения значений ЛПИ, измеренных традиционным ультразвуковым методом и с помощью аппарата VaSera VS-1000 (VS-1500) [18, 19]. Прибор полностью автоматизирован, легко осваивается персоналом. В связи с изложенным в рамках проводимого в 2012–2014 гг. по заданию Минздрава России многоцентрового наблюдательного исследования ЭССЕ-РФ (Эпидемиология Сердечно-Сосудистых заболеваний в регионах Российской Федерации) по изучению распространенности ССЗ и их ФР в популяциях взрослого населения в 13 регионах России [34] было принято решение использовать данный аппарат при массовых обследованиях населения.

В данной статье приводятся данные изучения состояния сосудистой стенки, полученные при обследовании жителей Томска с помощью прибора VaSera VS-1500.

### Материалы и методы

К исследованию ЭССЕ-РФ привлечена случайная популяционная выборка взрослого населения Томска в возрасте 25–64 лет из 1600 домохозяйств (по 1 взрослому человеку) с 16 терапевтических участков 4 городских поликлиник. Обследованы 1600 человек, мужчин – 659 (41,2%), женщин – 941 (58,8%) [35]. Из них по объективным организационным причинам, а также в силу наличия в некоторых случаях противопоказаний исследованию показателей АЖ и ЛПИ на аппарате VaSera VS-1500 (Fukuda Denshi, Япония; рис. 1) выполнено 1379 участникам исследования. Контроль качества записи сфигмограмм с акцентом на наличие артефактов, нарушений

ритма и проводимости сердца привел к сокращению группы для анализа до 1348 человек: 544 (40,4%) мужчин и 804 (59,6%) женщин. Средний возраст обследованных составил  $47,4 \pm 11,6$  года.

При исследовании на аппарате VaSera VS-1500 обследуемому накладываются справа и слева на плечи и лодыжки 4 сфигмоманжеты, на запястья – электроды для ЭКГ, во втором межреберье слева от грудины – микрофон для регистрации ФКГ. Исследование проводится в тихой комнате после 10 мин отдыха. В результате проведенного исследования получают значения САД, ДАД, ПАД на 4 конечностях, рассчитанные показатели САВИ и ЛПИ справа и слева. Показатель АЖ САВИ рассчитывается по СПВ на участке от клапана аорты до артерий правой и левой голени – аортально-лодыжечная СПВ (алСПВ). Аппарат VaSeraVS-1500 позволяет определять расстояние, на которое распространяется волна давления (суммарную длину артерий), автоматически, исходя из роста пациента. Время прохождения волны от клапана аорты до голени (Т) определяется по формуле:  $T = tb + tba$  (рис. 2) [27].

ЛПИ на аппарате VaSera VS-1500 также рассчитывается автоматически справа и слева (пЛПИ и лЛПИ) как отношение САД на правой/левой (соответственно) голени к среднему САД на плечах (если разница в уровне САД на плечах не превышает 10 мм рт. ст.) или к более высокому САД на плече (если разница выше 10 мм рт. ст.). Результаты тестирования прибора соответствуют стандартам Американского колледжа кардиологии/Американской ассоциации кардиологов 2005 г. [25, 27].

Противопоказанием для проведения исследования на аппарате VaSera VS-1500 являются выраженные отеки, препятствующие наложению манжет и способные исказить результаты измерений; склонность к кровотечениям; опасность тромбозов или нарушения периферической циркуляции во время сжатия манжет [25, 27].

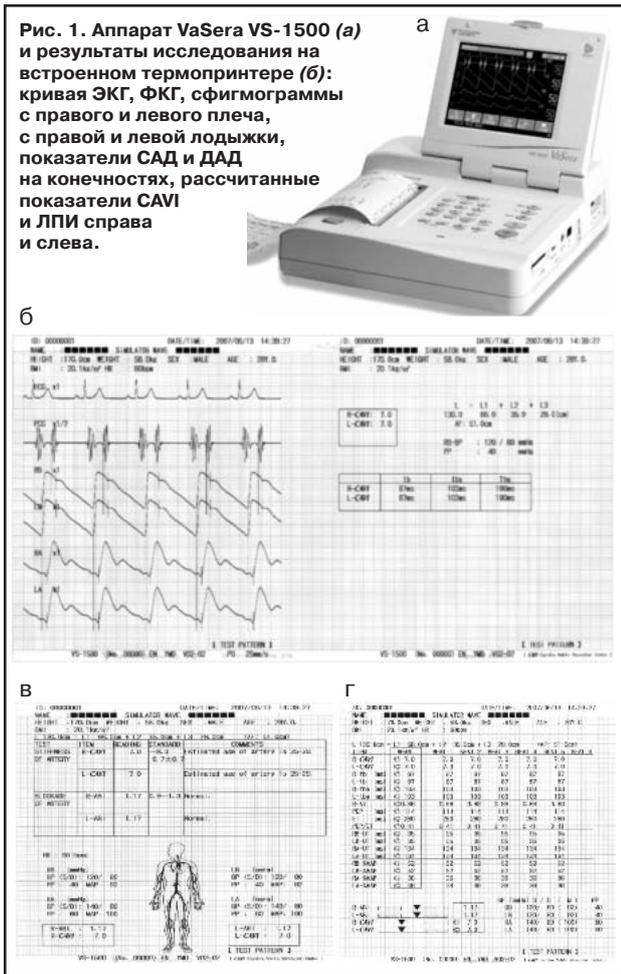
Всем включенным в исследование также проводились опрос, физикальное обследование, регистрация ЭКГ, ультразвуковое дуплексное сканирование сонных артерий, биохимический анализ крови.

Для централизованной групповой обработки данные приборов VaSera VS-1500 пересылались в электронном виде в ФГБУ РКНПК Минздрава России. Статистический анализ результатов проводился с использованием статистических пакетов программ Excel 2010 и Statistica 10.0.

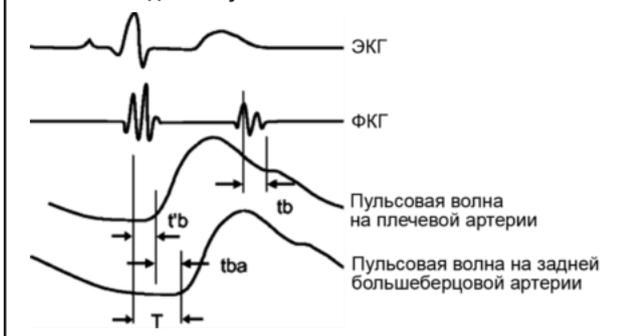
В изучаемых группах проведен расчет минимальных, максимальных и среднеарифметических значений. Среднегрупповые значения рассчитаны и представлены в виде  $M \pm STD$ , где M – среднее арифметическое значение показателя по группе, STD – стандартное отклонение. При сопоставлении 2 групп проводился анализ с использованием критерия Стьюдента. Достоверными, статистически значимыми считались отличия при значении  $p < 0,05$ . Для оценки статистической значимости межгрупповых различий в частоте выявления событий использовался точный критерий Фишера. При изучении взаимосвязей показателей проводился линейный регрессионный анализ с определением коэффициента корреляции r-Пирсона.

### Результаты и обсуждение

При анализе данных прибора VaSera VS-1500 мы исходили из того, что перспективные «новые» показатели жесткости сосудистой стенки получают автоматическую интерпретацию в аппарате в соответствии с «нормальными» («должными») величинами, полученными в популяционных исследованиях, выполненных в Японии. Показатели САВИ прошли принципиальную проверку при обследовании групп практически здоровых в Смоленске [25, 36], что в целом позволяет положить их в основу выявления признаков повышенной АЖ в российской популяции. Однако конкретные пороговые значения САВИ для разных возрастных групп могут потребовать коррекции с учетом этнического и климатического многообразия регионов нашей страны. В отношении показателей



**Рис. 2. Принцип расчета времени распространения пульсовой волны от клапана аорты до голени (Т):  $tb$  – время между началом II тона сердца и инцизурой на пульсовой волне, зарегистрированной на плече,  $tba$  – время между началом подъема пульсовой волны плеча и началом подъема пульсовой волны голени,  $t'b$  – время между I тоном и началом подъема пульсовой волны на плече.**



**Таблица 1. Клинико-инструментальная характеристика общей группы обследованных (n=1348)**

	<b>M</b>	<b>STD</b>
Возраст, лет	47,4	11,6
Муж/жен, %	40/60	
Рост, см	168,0	9,5
Масса тела, кг	78,8	17,0
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	27,9	5,6
Ожирение, %	32	
САД, мм рт. ст.	139,8	20,3
ДАД, мм рт. ст.	87,7	12,8
АДср, мм рт. ст.	105,9	15,6
ПАД, мм рт. ст.	52,1	11,6
ЧСС, уд/мин	70,8	13,2
АГ, %	70	
ИБС, %	18	
Инсульт, %	2,1	
СД, %	10,9	
ГХС, %	73,5	
ДЛП, %	83,4	
Курение, %	40,7	
Терапия АГ, %	33,1	
Терапия СД, %	6,8	
Терапия ГХС, %	4,1	

Данные по VaSera VS-1500

лЛПИ	1,1	0,1
лЛПИ	1,1	0,1
алСПВ, м/с	7,5	1,2
пСАVI	7,3	1,4
лСАVI	7,2	1,4
срСАVI	7,2	1,3

**Примечание.** ДЛП – дислипидемия, ЧСС – частота сердечных сокращений.

алСПВ аналогичные данные, полученные в представительных выборках, в настоящее время отсутствуют.

Это определило задачу первого этапа анализа как оценку «нормальных» величин САVI и алСПВ в популяционной выборке взрослого населения Томска – типичного города Западной Сибири. С этой целью были поэтапно сформированы группы, в разной степени соответствующие критерию практически здоровых людей. Необходимо было выделить из общей базы данных лиц, показатели АЖ которых не изменены под влиянием заболеваний и основных ФР, существенно влияющих на жесткость сосудистой стенки, а также без проводимой медикаментозной (антигипертензивной, гиполипидемической и сахароснижающей) терапии. В процессе изучения данных опроса, физического обследования, результатов инструментального и лабораторного исследования были выявлены основные имеющиеся ССЗ (ишемическая болезнь сердца – ИБС, АГ и/или антигипертензивная терапия – АГТ). В соответствии с рекомендациями по диагностике и лечению АГ [3, 7, 8] также были определены основные ФР: СД – глюкоза плазмы натощак 7,0 ммоль/л и более и/или сахароснижающая терапия; гипергликемия натощак – глюкоза плазмы натощак 5,6–6,9 ммоль/л; дислипидемия (и/или: общий холестерин – ОХС > 4,9 ммоль/л, ХС липопротеинов низкой плотности – ЛПНП > 3,0 ммоль/л, ХС липопротеинов высокой плотности – ЛПВП < 1,0 ммоль/л у

**Таблица 2. Клинико-инструментальная характеристика сформированной группы практически здоровых обследованных (n=224)**

	<b>M</b>	<b>STD</b>
Возраст, лет	39,7	11,1
Муж/жен, %	25/75	
Рост, см	167,4	8,6
Масса, кг	68,0	13,5
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	24,2	4,2
САД, мм рт. ст.	122,6	10,0
ДАД, мм рт. ст.	76,9	6,9
АДср, мм рт. ст.	93,0	7,3
ПАД, мм рт. ст.	45,7	7,1
ЧСС, уд/мин	69,5	13,0
лЛПИ	1,1	0,1
лЛПИ	1,1	0,1
алСПВ, м/с	6,6	0,8
срСАVI	6,7	1,1

мужчин, у женщин < 1,2 ммоль/л, триглицериды – ТГ > 1,7 ммоль/л) и/или гиполипидемическая терапия, ожирение (индекс массы тела – ИМТ ≥ 30 кг/м<sup>2</sup>), курение (табл. 1). На основании проведенного анализа разработаны соответствующие «фильтры» к общей базе данных. На этом этапе проверялась также гипотеза о наличии среднегрупповых отличий в значениях САVI, измеренных справа (пСАVI) и слева (лСАVI). Она не нашла подтверждения ( $p > 0,3$ ), что позволило далее использовать в анализе их среднее значение – срСАVI.

После исключения АГ, ИБС, перенесенного инсульта, СД, курения, АГТ, гиполипидемической и сахароснижающей терапии состав группы снизился до 231 человека. Среди них у 7 (3%) человек было выявлено значение ЛПИ < 0,9, при котором некорректна оценка показателя САVI, что послужило основанием для дальнейшего сокращения группы до 224 человек (табл. 2).

В сформированной группе практически здоровых обследованных оба показателя жесткости (САVI и алСПВ) продемонстрировали существенную зависимость от возраста (рис. 3).

Однако зависимость от растягивающего (среднего – АДср) АД была отмечена только для алСПВ (рис. 4), т.е. показатель САVI подтвердил связанные с ним ожидания в отношении стабильности при вариациях АД [26–29].

Оба показателя жесткости продемонстрировали слабые ( $r = 0,19 - 0,23$ ), но достоверные ( $p < 0,05$ ) корреляции с уровнями ТГ, ОХС, ХС ЛПНП, аполипопротеина (Апо) В. Зависимость показателя САVI от возраста, ССЗ и ФР описывается во многих публикациях японских авторов [26, 29–33].

Для выработки верхних пределов (возрастных «должных величин») для показателей жесткости группа практически здоровых была разбита на возрастные группы: 25–29, 30–39, 40–49 лет и 50–64 года (табл. 3). В качестве критериев для выявления повышенной жесткости могут быть рекомендованы 90-е процентиля в соответствующих возрастных диапазонах. В дальнейшем анализе в рамках данной статьи мы будем ориентироваться преимущественно на эти значения. Для выявления существенно повышенной жесткости магистральных артерий могут быть использованы величины  $M + 2STD$  (см. табл. 3). Отметим, что на основании аналогичного анализа данных обследования выборки практически здоровых лиц Смоленска были получены более высокие среднегрупповые значения САVI, но рекомендованы аналогичные «должные возрастные величины» САVI [25, 36]. Для лиц моложе 30 лет предельное значение САVI

Рис. 3. Влияние возраста на показатели АЖ в группе практически здоровых людей: а – САVI; б – алСПВ.

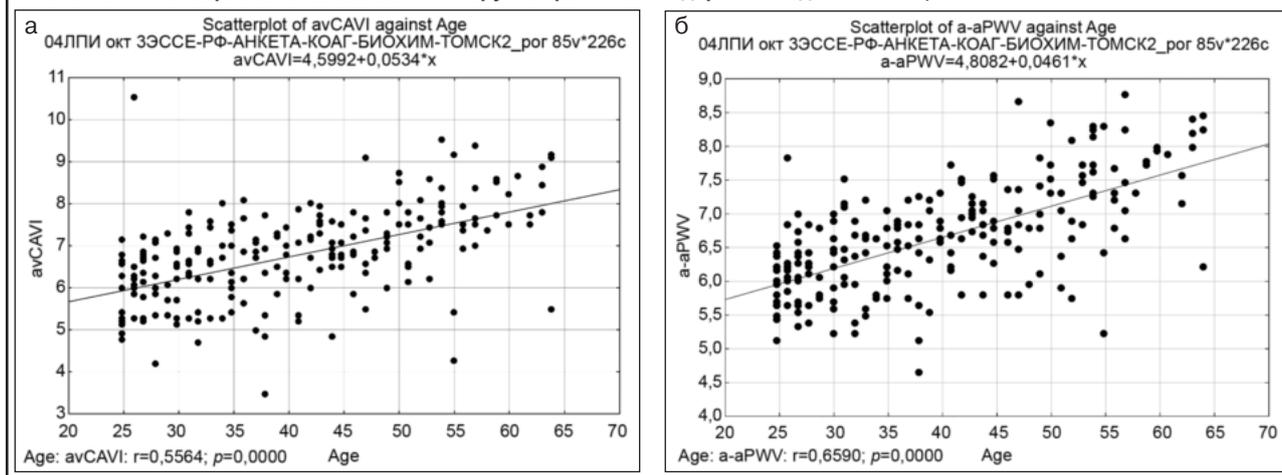


Рис. 4. Соотношение показателей жесткости с уровнем АДср в группе практически здоровых людей: а – САVI; б – алСПВ.

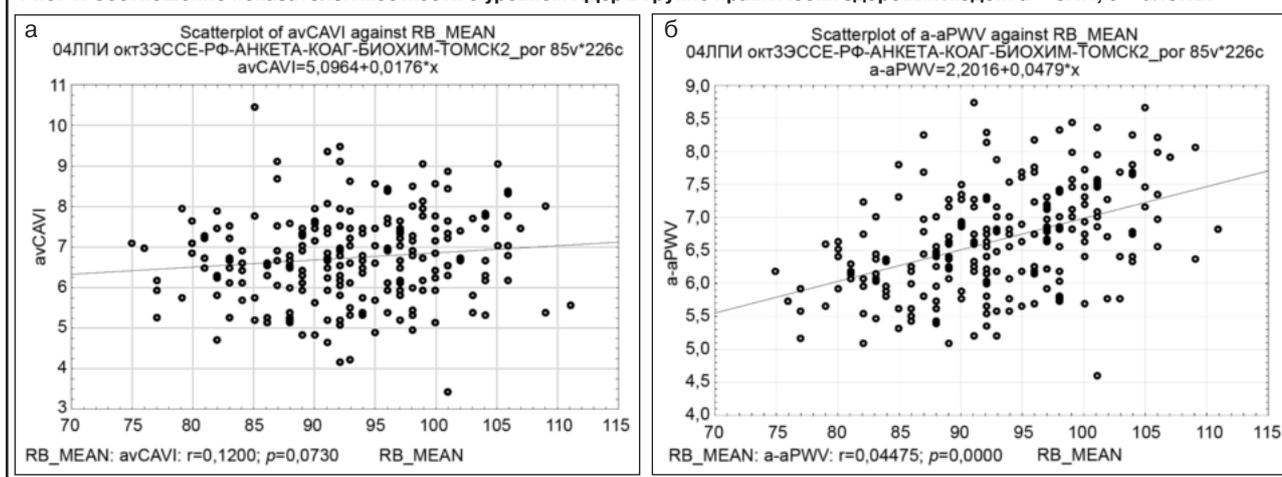


Таблица 3. Средние значения (М), медианы (МЕД) и оценки верхних пределов нормы в виде М+2STD и 90-го перцентиля (90 pc) в разных возрастных диапазонах

Возраст, лет	n	алСПВ				САVI			
		М	М+2STD	МЕД	90 pc	М	М+2STD	МЕД	90 pc
25–29	54	6,1	7,1	6,1	6,8	6,1	8,0	6,1	7,1
30–39	54	6,3	7,6	6,4	7,1	6,3	8,3	6,5	7,5
40–49	36	6,8	8,0	6,8	7,5	6,9	8,5	6,8	7,8
50–64	50	7,4	8,9	7,6	8,2	7,7	9,7	7,6	8,9

составило 7,6, для диапазона 30–40 лет – 8,3, для лиц старше 40 лет – 9,0 [36].

В выборке жителей Японии было отмечено, что среднегрупповое САVI для мужчин на 0,2 выше, чем у женщин, и в обеих подгруппах прирастает на 0,5 единиц за каждые 10 лет. Уравнение линейной регрессии для этой зависимости имело вид:  $САVI = 5,34 + 0,049 \times \text{возраст}$  – для женщин и  $САVI = 5,43 + 0,053 \times \text{возраст}$  – для мужчин [29]. Для выборки добровольцев Смоленска аналогичное уравнение имело вид:  $САVI = 5,99 + 0,04 \times \text{возраст}$  [25, 36], т.е. несколько более высокие значения при низком возрасте, но более низкую динамику роста САVI с возрастом. В группе практически здоровых добровольцев Томска подобная зависимость имела вид:  $САVI = 4,60 + 0,053 \times \text{возраст}$ , что указывает на возрастную динамику, аналогичную японской популяции, но с более низкими (в среднем на 0,83 условных единиц) значениями во всем возрастном диапазоне. Среднегрупповые значения САVI для мужчин ( $6,9 \pm 1,2$ ) и женщин ( $6,7 \pm 1,2$ ) в данной выборке не отличались достоверно ( $p = 0,21$ ), хотя и демонстрировали ту же тенденцию, что и в японской популяции. Среднегрупповые значения

алСПВ для мужчин ( $6,9 \pm 0,8$  м/с) и женщин ( $6,6 \pm 0,8$  м/с) в данной выборке отличались всего на 0,3 м/с ( $p = 0,03$ ). С учетом этих результатов в данной работе будут применяться пороговые значения для САVI и алСПВ, приведенные в табл. 3, т.е. без учета гендерной специфики.

В выборке из 1348 человек повышенная АЖ (с учетом полученных возрастных «должных величин» в виде 90-го перцентиля) по показателю алСПВ выявлялась у 37,8% обследованных, по показателю САVI – у 16,6%. При этом у 14,6% на повышенную жесткость указывали оба показателя, а у 23,2% отмечалось повышение только алСПВ и у 2,0% – только САVI. Таким образом, у большинства субъектов с повышенной «истинной» жесткостью стенки артерий (по показателю САVI) отмечается и повышенная жесткость стенки в момент измерения (по показателю алСПВ), но в значительном числе случаев последний показатель оказывается повышенным «изолированно», т.е. предположительно как результат высокого АД в момент измерения. Сравнительная характеристика групп обследованных с нормальным и повышенным значением САVI представлена в табл. 4.

**Таблица 4. Сравнительная характеристика подгрупп пациентов с нормальной (0) и повышенной (1) жесткостью стенки артерий по показателю CAVI**

	<b>M (0)</b>	<b>M (1)</b>	<b>STD (0)</b>	<b>STD (1)</b>	<b>p</b>
Возраст, лет	46,5	51,8	11,6	10,8	0
Мочевая кислота, мкмоль/л	317,8	335,4	78,8	85,8	0,003
ОХС, ммоль/л	5,7	6,0	1,2	1,4	0,002
ТГ, ммоль/л	1,5	1,7	1,0	1,1	0
ХС ЛПНП, ммоль/л	3,7	3,9	1,0	1,1	0,010
Глюкоза, ммоль/л	5,5	6,0	1,2	2,2	0
АГТ, %	30,6	45,5			0
АГ, %	67,1	81,2			0
Инсульт, %	1,6	4,9			0,002
СД, %	9,4	18,3			0
Курение, %	39,5	46,8			0,040
Муж/жен, %	38/62	54/46			0
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	28,1	26,9	5,7	4,7	0,002
САД, мм рт. ст.	138,5	146,6	19,7	22,0	0
ДАД, мм рт. ст.	86,8	92,3	12,5	13,4	0
ПАД, мм рт. ст.	51,7	54,3	11,3	13,0	0,002

**Таблица 5. Клинико-инструментальная характеристика обследованных с АГ**

	Все обследованные (n=865)		Возраст, лет							
			25–29 (n=45)		30–39 (n=103)		40–49 (n=184)		50–64 (n=533)	
	M	STD	M	STD	M	STD	M	STD	M	STD
Жен/муж, %	57/43		36/63		42/58		53/47		63/37	
Возраст, лет	50,6	10,3	27,3	1,3	35,0	2,8	45,1	2,8	57,5	4,2
Ожирение, %	39,3		24,4		35,0		36,4		42,4	
Креатинин, мкмоль/л	69,5	16,4	70,1	11,3	69,3	10,3	69,3	25,3	69,6	13,7
Мочевая кислота, мкмоль/л	333,8	81,0	347,1	80,9	343,0	86,6	327,3	81,8	333,1	79,6
ОХС, ммоль/л	5,9	1,2	4,9	0,9	5,4	1,3	5,7	1,1	6,1	1,2
ТГ, ммоль/л	1,6	1,0	1,3	0,7	1,7	1,3	1,6	1,1	1,7	0,9
ХС ЛПВП, ммоль/л	1,4	0,3	1,3	0,3	1,3	0,4	1,4	0,3	1,4	0,3
ХС ЛПНП, ммоль/л	3,9	1,0	3,1	0,9	3,4	1,1	3,7	0,9	4,1	1,0
Глюкоза, ммоль/л	5,8	1,6	5,0	0,5	5,4	1,0	5,7	1,7	5,9	1,7
АпоА-1, мг/дл	135,8	25,6	120,7	22,4	129,5	27,6	134,7	27,2	138,7	24,2
АпоВ, мг/дл	98,2	25,1	78,1	22,8	88,2	26,9	94,3	22,2	103,2	24,2
Липопротеин (а), мг/дл	21,8	31,1	12,9	18,9	19,2	27,8	18,5	25,0	24,2	34,1
АГТ, %	48,0		11,1		19,4		40,8		59,1	
ИБС, %	22,8		0,0		3,9		14,1		31,1	
СД, %	14,0		0,0		3,9		9,8		18,6	
ГХС, %	78,5		40,0		61,2		73,4		86,9	
ДЛП, %	88,7		55,6		75,7		84,8		95,3	
САД, мм рт. ст.	145,8	18,0	138,2	14,6	140,0	14,8	143,6	17,0	148,3	18,7
ДАД, мм рт. ст.	92,1	11,5	85,6	9,5	86,8	9,7	91,7	11,3	93,7	11,6
ПАД, мм рт. ст.	53,7	11,1	52,6	8,5	53,2	9,2	51,9	9,8	54,6	12,0
ЛПИ	1,1	0,1	1,0	0,1	1,1	0,1	1,1	0,1	1,1	0,1
ЧСС, уд/мин	70,8	12,9	72,1	14,0	69,6	13,9	69,9	12,6	71,3	12,8
алСПВ, м/с	7,9	1,2	6,6	0,6	6,9	0,8	7,4	0,8	8,3	1,1
CAVI	7,5	1,3	5,9	0,6	6,3	1,0	7,0	1,0	8,0	1,2

В подгруппе лиц с повышенными значениями CAVI выше процент мужчин, отмечаются более высокие значения возраста, САД, ДАД, ПАД, концентрации мочевой кислоты, уровня ХС, ТГ, глюкозы плазмы. В этой подгруппе выявлена повышенная частота наличия АГ, перенесенных инсультов, курения.

Из 1348 обследованных у 865 (64,2%) была выявлена АГ. Клинико-инструментальная характеристика этой группы в целом и для разных возрастных интервалов приведена в табл. 5.

Отметим, что среди обследованных с АГ частота выявления повышенной алСПВ и CAVI близка к средней по

выборке (43,7 и 20% соответственно, в старшей возрастной группе больных АГ – 56 и 22% соответственно). В обследованной группе АГ сочетается с наличием ИБС у 22,8%, СД – 14%, дислипидемией – 89%, наличием ожирения – 39%. Значительная часть больных АГ (48%) получала АГТ. Это делает необходимым проведение многофакторного анализа в более представительной выборке, т.е. при совокупном анализе данных, полученных в рамках проекта ЭССЕ-РФ.

Показатели ПАД и ЛПИ рекомендованы для оценки состояния магистральных артерий преимущественно у пожилых субъектов, поэтому в данный анализ были включены только 645 участников проекта с возрастом в диапазоне 51–64 лет. Косвенный признак повышенной жесткости стенки артерий в виде ПАД >60 мм рт. ст. был выявлен у 25,0% обследованных в этой возрастной группе. Среди этой подгруппы с высоким ПАД значительно чаще выявляются сниженные значения ЛПИ (у 11,8% против 2,3%,  $p < 0,05$ , в подгруппе с «нормальным» ПАД), повышенные значения алСПВ – у 76,4% против 42,6% ( $p < 0,05$ ) и САВИ – 28,6% против 18,8% ( $p < 0,05$ ). Эти результаты позволяют по-новому подойти к алгоритму скрининговых обследований и формированию групп повышенного риска бессимптомных поражений сосудистой стенки.

В целом частота выявления сниженного ЛПИ ( $\leq 0,9$ ), т.е. наличия окклюзирующих поражений артерий нижних конечностей, в группе пожилых составила: справа – 4,8%, слева – 4,6%, справа или слева – 6,5%, справа и слева – 2,9%.

## Выводы

Исследование подтвердило высокий потенциал метода объемной сфигмографии в решении задач выявления бессимптомного поражения стенки магистральных сосудов, дало первую оценку распространенности выявляемых данным методом нарушений в популяции взрослого населения крупного города Российской Федерации. Показана высокая частота выявления повышенной жесткости артериальной стенки среди пациентов с АГ, доходящая до 56% в старшей возрастной группе. Однако «новые» показатели (САВИ), нивелирующие уровень давления в момент измерения, выявляют более ограниченную группу пациентов – 20% обследованных. Повышенное ПАД >60 мм рт. ст. у лиц пожилого возраста может быть использовано в качестве простого маркера для выявления лиц с повышенной частотой выявления ригидных артерий и признаков стенозирующего поражения артерий нижних конечностей. Для уточнения рассмотренных критериев поражения артериальной стенки и их прогностической значимости в российской популяции будет проведен анализ данных, полученных в разных регионах страны, и будут учтены результаты 3-летнего наблюдения за обследованными субъектами.

## Литература

- European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). *Eur Heart J* 2012; 33: 1635–701.
- Кардиоваскулярная профилактика. Национальные рекомендации. *Кардиоваск. терапия и профилактика*. 2011; 10 (6. Прил. 2).
- 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J* 2013; 34: 2159–219.
- Sebestedt T, Jeppesen J, Hansen TW et al. Risk prediction is improved by adding markers of subclinical organ damage to SCORE. *Eur Heart J* 2010; 31: 883–91.
- Sebestedt T, Jeppesen J, Hansen TW et al. Thresholds for pulse wave velocity, urine albumin creatinine ratio and left ventricular mass index using SCORE, Framingham and ESH/ESC risk charts. *J Hypertens* 2012; 30: 1928–36.
- Volpe M, Battistoni A, Tocci G et al. Cardiovascular risk assessment beyond systemic coronary risk estimation: a role for organ damage markers. *J Hypertens* 2012; 30: 1056–64.
- Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Рекомендации РМОАГ и ВНОК. *Системные гипертензии*. 2010; 3: 5–26.
- Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Клинические рекомендации. [http://www.gipertonik.ru/clinical\\_recommendations](http://www.gipertonik.ru/clinical_recommendations)
- Nichols WW, O'Rourke MF. McDonald's blood flow in arteries. *Theoretical, experimental and clinical principals*. Fifth Edition. Oxford University Press, 2005.
- Benetos A, Safar M et al. Pulse pressure. A predictor of long-term cardiovascular mortality in a French male population. *Hypertension* 1997; 30: 1410–5.
- Franklin S, Khan S et al. Is pulse pressure useful in predicting risk of coronary heart-disease? The Framingham Heart Study. *Circulation* 1999; 100: 354–60.
- Safar ME, Levy BI, Struijker-Boudier H. Current perspectives on arterial stiffness and pulse pressure in hypertension and cardiovascular diseases. *Circulation* 2003; 107: 2864–9.
- Feringa HH, Bax JJ, van Waning VH et al. The long-term prognostic value of the resting and postexercise ankle-brachial index. *Arch Intern Med* 2006; 166: 529–35.
- Foukes FG, Murray GD, Butcher I et al. Ankle brachial index combined with Framingham Risk Score to predict cardiovascular events and mortality: a meta-analysis. *JAMA* 2008; 300: 197–208.
- Greenland P, Abrams J et al. Prevention Conference V: Beyond secondary prevention: identifying the high-risk patient for primary prevention: noninvasive tests of atherosclerotic burden: Writing Group III. *Circulation* 2000; 101 (1): E16–22.
- Norgren L, Hiatt WR et al. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). TASC II Working Group. *J Vasc Med Biol* 2007; 19 (Suppl. S): S5–67.
- Диагностика и лечение больных с заболеваниями периферических артерий. Рекомендации Российского общества ангиологов и сосудистых хирургов. М., 2007.
- Рогоза АН, Балахонова ТВ, Чихладзе НМ и др. Современные методы оценки состояния сосудов у больных артериальной гипертензией. Пособие для практикующих врачей. М., 2008.
- Рогоза АН, Балахонова ТВ, Чихладзе НМ. Методы определения лодыжечно-плечевого индекса систолического давления при массовых обследованиях. *Cons. Med.* 2009; 11 (10): 66–71.
- Laurent S, Cockcroft J, van Bortel L et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur Heart J* 2006; 27: 2588–605.
- Van Bortel LM, Laurent S, Boutouyrie P et al. Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity. *J Hypertens* 2012; 30: 445–8.
- McLeod AL, Uren NG, Wilkinson IB et al. Non-invasive measures of pulse wave velocity correlate with coronary arterial plaque load in humans. *J Hypertens* 2004; 22: 363–8.
- Van Popele NM, Mattace-Raso FU, Vlietgebhart R et al. Aortic stiffness is associated with atherosclerosis of the coronary arteries in older adults: the Rotterdam Study. *J Hypertens* 2006; 24: 2371–6.
- Prediction of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality With Arterial Stiffness. A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol* 2010; 55 (13): 1318–27.
- Милягин ВА, Милягина ИВ, Абраменкова НЮ и др. Неинвазивные методы исследования магистральных сосудов. Смоленск, 2008; с. 182.
- Sbirai K, Utino J, Otsuka K, Takata M. A Novel Blood Pressure-independent Arterial Wall Stiffness Parameter; Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI). *J Atheroscler Thromb* 2006; 13 (2): 101–7.
- Sphygmomanometer and Sphygmograph VaSera-VS-1500N Operation manual. Fukuda Denshi Co., LTD.
- Hayashi K, Sato M, Niimi H et al. Analysis of vascular wall constitutive law with finite deformation theory. *Med Electronics and Biological Engineering* 1975; 13: 293–7.
- Sbirai K, Song M, Suzuki J et al. Contradictory effects of  $\beta_1$ - and  $\alpha_1$ -adrenergic receptor blockers on cardio-ankle vascular stiffness index (CAVI) – the independency of CAVI from blood pressure. *J Atheroscler Thromb* 2011; 18: 49–55.
- Sbirai K, Utino J, Saiki A et al. Evaluation of Blood Pressure Control using a New Arterial Stiffness Parameter; Cardio-ankle Vascular Index (CAVI). *Curr Hypertens Rev* 2013; 9: 66–75.
- Nakamura K, Tomaru T, Yamamura S et al. Cardio-ankle vascular index is a candidate predictor of coronary atherosclerosis. *Circ J* 2008; 72: 598–604.
- Izubara M, Sbioji K, Kadota Y et al. Relationship of cardiovascular index to carotid and coronary atherosclerosis. *Circ J* 2008; 72: 1762–7.
- Miyoshi T, Doi M, Hirobata S et al. Cardio-ankle vascular index is independently associated with the severity of coronary atherosclerosis and left ventricular function in patients with ischemic heart disease. *J Atheroscler Thromb* 2010; 17: 249–58.
- Научно-организационный комитет проекта ЭССЕ-РФ. Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний в различных регионах России (ЭССЕ-РФ). Обоснование и дизайн исследования. *Профилактик. медицина*. 2013; 6: 25–34.
- Чазова ИЕ, Трубочева ИА, Жернакова ЮВ и др. Распространенность артериальной гипертензии как фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний в крупном городе Сибирского федерального округа. *Системные гипертензии*. 2013; 10 (4): 30–7.
- Милягин ВА, Милягина ИВ, Пурыгина МА, Осипенкова ТА. Метод объемной сфигмографии на аппарате VaSera VS-1500 N. Методические рекомендации. Смоленск, 2014; с. 30.