

О.В. Гайсёнок

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВРЕМЕНИ ПОДЪЕМА ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ (UT), ДЕЛЬТЫ СРЕДНЕГО АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ (%МАР) И КОЭФФИЦИЕНТА ВЕЙССЛЕРА (РЕР/ЕТ) КАК МАРКЕРОВ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ СОСУДОВ И СНИЖЕНИЯ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ МИОКАРДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СКРИНИНГОВЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ

ФГБУ «Объединенная больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ,
Москва, Российская Федерация

O.V. Gaisenok

ANALYSIS OF PULSE WAVE RISE TIME (UT), MEAN ARTERIAL PRESSURE DELTA (%MAP) AND WEISSLER COEFFICIENT (PEP/ET) AS MARKERS OF ATHEROSCLEROTIC VASCULAR LESIONS AND MYOCARDIAL CONTRACTILITY REDUCTION DURING SCREENING SURVEYS OF THE POPULATION

FSI «United Hospital with Outpatient Department» Administrative Department of the President of the RF,
Moscow, Russian Federation

Резюме. Цель исследования. Провести анализ показателей времени подъема пульсовой волны (UT), дельты среднего артериального давления (%МАР) и коэффициента Вейссlera (РЕР/ЕТ) как маркеров атеросклеротического поражения сосудов и снижения сократительной функции миокарда на основании метода объемной сфигмографии при проведении скрининговых программ обследования населения.

Методы. В исследование включены результаты обследования 102 пациентов, обратившихся для скринингового обследования в рамках программы «День здорового сердца». Всем пациентам выполнялась объемная сфигмография при помощи прибора Vasera VS-1500. Оценивались следующие показатели: лодыжечно-плечевой индекс на правых и левых конечностях (АВІ (ЛПИ)), время подъема пульсовой волны (UT) и дельта среднего артериального давления (%МАР) на правых и левых конечностях, коэффициент Вейссlera (РЕР/ЕТ). **Результаты.** Выявление показателей атеросклеротического поражения сосудов на основании таких критериев, как UT и %МАР позволило прогнозировать выявление атеросклеротического поражения верхних конечностей соответственно до 45,5 и 14,5% случаев, нижних конечностей соответственно до 4,5 и 9,0% случаев — в сравнении с показателем ЛПИ 6,8–7,9% обследованных. В то время, как прогнозированное выявление снижения сократительной функции миокарда на основании метода объемной сфигмографии на основании коэффициента Вейссlera (РЕР/ЕТ) соответствовало 12,5% обследованных. **Заключение.** Проведение скрининговых программ обследования населения с использованием метода объемной сфигмографии позволяет выявлять

Abstract. Objective. To analyze the parameters of pulse wave rise time (UT), mean arterial pressure delta (%MAP) and Weissler coefficient (PEP / ET) as markers of atherosclerotic vascular lesion and decrease myocardial contractile function on the basis of volumetric sphygmography during screening programs of the population. **Methods.** The study included the results of a survey of 102 patients who applied for screening within the framework of the «Healthy Heart Day» program. All patients underwent volumetric sphygmography using the Vasera VS-1500 device. The following indicators were evaluated: ankle-brachial index on the right and left extremities (ABI), rise time of pulse wave (UT) and mean arterial pressure delta (%MAP) on right and left extremities, Weissler coefficient (PEP / ET). **Results.** The detection of indirect indices of atherosclerotic vascular lesion on the basis of such criteria as UT and %MAP allowed to predict the detection of atherosclerotic lesion of the upper extremities up to 45.5% and 14.5%, respectively, of the lower limbs to 4.5% and 9.0% in comparison with the ABI to 6.8–7.9% of the examined. While the predicted detection of reduce myocardial contractile function based on the method of volume sphygmography based on the Weissler coefficient (PEP / ET) was 12.5% of the examined. **Conclusion.** Carrying out screening programs of population survey using the method of volumetric sphygmography allows to reveal indirect signs of the presence of cardiovascular diseases in patients, which allows selecting among them those who need in-depth examination.

признаки наличия сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов, что в свою очередь позволяет отбирать среди них тех, кто нуждается в углубленном обследовании.

Ключевые слова: скрининговые программы обследования, атеросклеротическое поражение сосудов, объемная сфигмография, время подъема пульсовой волны, дельта среднего артериального давления, коэффициент Вейсслера

Keywords: screening examination programs, atherosclerotic vascular lesions, volumetric sphygmography, pulse wave rise time, delta mean arterial pressure, Weissler coefficient

Конфликт интересов отсутствует.

There is no conflict of interest.

Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Гайсёнок Олег Владимирович
ovgaisenok@fgu-obp.ru

Contact information of the author responsible for correspondence:

Oleg V. Gaisenok
ovgaisenok@fgu-obp.ru

Дата поступления 14.07.2017

Received 14.07.2017

Образец цитирования:

О.В. Гайсёнок. Анализ показателей времени подъема пульсовой волны (УТ), дельты среднего артериального давления (%МАР) и коэффициента Вейсслера (РЕР/ЕТ) как маркеров атеросклеротического поражения сосудов и снижения сократительной функции миокарда при проведении скрининговых обследований населения. Вестник уральской медицинской академической науки. 2017, Том 14, №3, с. 228–235, DOI: 10.22138/2500-0918-2017-14-3-228-235

For citation:

O.V. Gaisenok. Analysis of pulse waverise time (UT), mean arterial pressure delta (%MAP) and Weissler coefficient (PEP/ET) as markers of atherosclerotic vascular lesions and myocardial contractility reduction during screening surveys of the population. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki = Jour. Ural Med. Acad. Science. 2017, Vol. 14, no. 3, pp. 228–235. DOI: 10.22138/2500-0918-2017-14-3-228-235 (In Russ.)

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются одной из основных причин смертности населения в Российской Федерации. Широкая распространенность в популяции таких нозологических составляющих, как артериальная гипертония и атеросклероз способствуют этому [1]. Атеросклероз, как наиболее частое окклюзирующее сосудистое заболевание, наряду с развитием атеросклероза в рамках феномена физиологического старения, формирующегося вследствие первичной дегенерации меди в центральных артериях, обуславливают те изменения артериальной стенки, которые приводят к увеличению сосудистой жесткости, повышению скорости распространения пульсовой волны, что является предиктором развития сердечно-сосудистых осложнений (ССО). Эти изменения можно оценить при помощи современных диагностических методов, которые можно использовать не только в научных исследованиях, но и в реальной клинической практике, в частности, в рамках скрининговых исследований при использовании метода объемной сфигмографии [2, 3].

К подобным диагностическим критериям относятся такие известные диагностические маркеры, как скорость пульсовой волны (СПВ), лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ) и индекс аугментации (ИА). СПВ и ИА являются независимыми предикторами неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, включая смертность. При развитии артериальной гипертонии и фор-

мировании физиологического старения центральные эластичные артерии становятся более жесткими, диастолическое давление уменьшается, а центральное систолическое и пульсовое давление увеличиваются из-за увеличения СПВ и раннего возвращения отраженных волн к сердцу с периферии. Ценная информация о функциональных свойствах артерий, таких как жесткость, может быть получена при анализе формы пульсовой волны как из центральной (аорта), так и из периферической артерии (лучевая артерия), но абсолютные значения амплитуды отражения волны и потери энергии давления в левом желудочке могут быть получены только при анализе данных центрального артериального давления [4,5].

Избирательное измерение уровня артериального давления на плечевой артерии не всегда позволяет адекватно оценить эффективность гипотензивной терапии и прогноз больных с ССЗ [4–6]. Большую информацию об этом даёт одновременное измерение АД на верхних и нижних конечностях, что позволяет оценивать ЛПИ, который является маркером периферического атеросклероза. При этом дополнительными критериями стеноза артерий являются такие показатели, как увеличение времени подъема пульсовой волны на данной артерии (УТ>183мс на верхних конечностях, УТ>150 мс на нижних конечностях) и увеличение среднего АД в процентах (%МАР>53% на верхних конечностях, %МАР>44% на нижних конечностях).

стях) [7, 8], которые редко используются для анализа данных в клинической медицине.

Контурный анализ общей центральной пульсовой волны позволяет выделить из неё ударную волну, обусловленную сокращением левого желудочка, и отраженную волну, рассчитать время возвращения отраженной волны и уровни АД в различных точках пульсовой волны [9]. Анализ систолических временных интервалов, активно изучавшийся американским ученым Weissler A.M. у здоровых лиц и у пациентов с сердечной недостаточностью, позволил на основании данных фонокардиограммы во время, когда в рутинной клинической практике отсутствовала возможность проведения эхокардиографии, определить понятие критерия наличия систолической дисфункции ЛЖ, который получил название коэффициент Вейслера [10,11]. В последующем было подтверждено, что анализ систолических временных интервалов обеспечивает неинвазивный анализ эффективности глобальной сократимости левого желудочка и является чувствительным методом [12], и их использование возможно не только для улучшения диагностики, но и для оценки эффективности лечения пациентов с сердечной недостаточностью [13].

Метод объемной сфигмографии также позволяет оценить признаки снижения сократительной функции миокарда на основании расчета коэффициента Вейслера (PEP/ET), что является полезным и информативным критерием для его применения при проведении скрининговых программ обследования населения.

Цель исследования: провести анализ показателей времени подъема пульсовой волны (UT), дельты среднего артериального давления (%МАР) и коэффициента Вейслера (PEP/ET) как маркеров атеросклеротического поражения сосудов и снижения сократительной функции миокарда на основании метода объемной сфигмографии при проведении скрининговой программы обследования населения в рамках акции «День здорового сердца».

Методы

В данное исследование были включены результаты обследования пациентов, обратившихся для скринингового обследования в рамках программы «День здорового сердца» в ФГБУ «Объединенная больница с поликлиникой» Управления Делами Президента 28 ноября 2015 года. Программа включала в себя развернутое скрининговое обследование, направленное на выявление всех основных факторов риска: определение роста и массы тела с определением индекса массы тела (ИМТ); исследование уровня глюкозы и общего холестерина в крови при помощи экспресс-теста Accutrend Plus; измерение уровня АД; определение насыщения крови кислородом методом пульсоксиметрии; регистрация электрокардиограммы с расшифровкой; исследование сосудистой жесткости методом объемной сфигмографии при помощи прибора VaSera-1500. Подробная методология данного исследования представлена в предыдущих публикациях

[14]. Все участники подписывали информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты

Всего по программе амбулаторную медицинскую помощь в этот день получили 102 человека (возраст от 18 до 75 лет). Общая клинико-демографическая характеристика включенных в исследование пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1
Общая характеристика группы обследованных пациентов
Table 1
General characteristics of the patient group

Показатель/Index	Значение/Value
Средний возраст / Average age	51,42 года/years
Женский пол / Female	72,7%
Курение / Smoking	28,4%
Повышение артериального давления при осмотре: САД>140 и/или ДАД>90 ммрт. ст. / Increased blood pressure during examination: SBP> 140 and/or DBP> 90 mmHg	24,7%
Общий холестерин при скрининге: более 5 ммоль/л / Total cholesterol at screening: more than 5 mmol / l	85,3%

Всем пациентам выполнялась объемная сфигмография при помощи прибора Vasera VS-1500 (Fukuda Denshi). Оценивались следующие показатели: лодыжечно-плечевой индекс на правых и левых конечностях (АВІ (ЛПИ)), время подъема пульсовой волны (UT) и дельта среднего артериального давления (%МАР) на правых и левых конечностях, коэффициент Вейслера (PEP/ET).

За критерии атеросклеротического поражения сосудов на основании расчета лодыжечно-плечевого индекса были приняты следующие общепринятые интервалы: ЛПИ 1,0–1,29 — норма, ЛПИ 0,91–0,99 — пограничное состояние, ЛПИ 0,41–0,9 — заболевание периферических артерий легкой/средней степени, ЛПИ <0,40 — тяжелое поражение периферических артерий [15]. В настоящем исследовании показатели ЛПИ на правых конечностях менее 0,9 зарегистрированы у 7,9% пациентов (минимальный ЛПИ 0,83); показатели ЛПИ на левых конечностях менее 0,9 зарегистрированы у 6,8% пациентов (минимальный ЛПИ 0,83).

Дополнительные критерии атеросклеротического поражения артерий UT и %МАР отметили большую распространенность атеросклероза в группе обследованных пациентов в сравнении с показателем ЛПИ, как минимум, в 2 раза (табл. 2–3).

Таблица 2
Анализ времени подъема пульсовой волны как показателя стеноза магистральных артерий
Table 2
Analysis of the rise time of the pulse wave as a marker of stenosis of the main arteries

Показатель/ Index	Место измерения/Place of measurement	Норма/Norm	Признаки стеноза (при $UT \geq 180$ мс)/ Signs of stenosis (at $UT \geq 180$ ms)	
			Макс. величина/ Maximum value	% пациентов/ % of patients
UT (Время подъема пульсовой волны/ Rise time of pulse wave)	RB-UT: UT на правом плече/on the right brachium	101,18–183,22 мс	301 мс	45,5 %
	LB-UT: UT на левом плече/on the left brachium	101,36–183,04 мс	302 мс	44,3 %
	RA-UT: UT на правой голени/on the right ankle	113,3–149,5 мс	208 мс	4,5 %
	LA-UT: UT на левой голени/on the left ankle	113,47–148,73 мс	271 мс	4,5 %

Таблица 3
Анализ % среднего артериального давления как дополнительного показателя стеноза магистральных артерий
Table 3
Analysis of % of mean arterial pressure as a marker of stenosis of the main arteries

Показатель/ Index	Место измерения/ Place of measurement	Норма/ Norm	Признаки стеноза (при увеличении %MAP выше верхней границы нормы)/Signs of stenosis (with increase %MAP above the upper limit of the norm)	
			Макс. величина/ Maximum value	Кол-во пациентов/ Number of patients
Среднее артериальное давление %MAP /delta mean arterial pressure	RB-%MAP на правом плече/on the right brachium	44,4–52,81 %	60 %	14,8 %
	LB-%MAP на левом плече/on the left brachium	44,53–52,47 %	56 %	5,7 %
	RA-%MAP на правой голени/on the right ankle	33,8–43,6 %	54 %	9,0 %
	LA-%MAP на левой голени/on the left ankle	34,3–44,3 %	47 %	4,5 %

При помощи анализа коэффициента Вейсслера возможность выявления пациентов со сниженной систолической функцией ЛЖ была определена на основании расчетных параметров, заложенных в программу анализа данных. Основопологающим показателем для оценки поставленной задачи был принят показатель $PEP/ET > 0,36$, который выше данного значения повы-

шается при снижении систолической функции ЛЖ [7]. По результатам проведенного исследования прогнозируемое выявление пациентов со сниженной систолической функцией ЛЖ на основании данного расчетного параметра оказалось соответствующим 12,5% (табл. 4).

Таблица 4
Анализ косвенных показателей снижения сократительной функции миокарда
Table 4
Analysis of indirect indices of reduced myocardial contractile function

Параметр/ Parameter	Норма/Norm	Показатель $PEP/ET > 0,36$ повышается при снижении систолической функции ЛЖ/ $PEP/ET > 0.36$ increases with a decrease of systolic function
ET – время изгнания/ ejection time	$\geq 279,1$ –316,9 мс	
PEP – время напряжения/pressure time	91,6–118,8 мс.	
PEP/ET	0,32–0,37	12,5% пациентов/ 12.5% of patients

Обсуждение

Поиск неинвазивных методов диагностики ССЗ всегда оставался приоритетным направлением в профилактической кардиологии. Оптимальными критериями в поиске таких методов были безопасность, эффективность и простота применения. Все это характеризует метод объемной сфигмографии как простой и удобный метод для скрининговых программ обследования, не требующий специальной углубленной подготовки персонала [16].

Ранее в работах отечественных авторов не было уделено внимание применению таких показателей, как

время подъема пульсовой волны (UT), дельта среднего артериального давления (%MAP) и коэффициент Вейсслера (PEP/ET) в профилактических скрининговых программах обследования населения. В то же время зарубежные исследователи стали все более активно применять их в своих работах.

Так Hashimoto T. с соавт. определили, что комбинация ЛПИ, %MAP и UT достигла более высокой чувствительности, отрицательной прогностической ценности и точности, чем ЛПИ как отдельный показатель, особенно для стеноза артерий небольшой степени (области под кривой ROC для обнаружения 50%

стеноза с UT и %MAP составляли 0,798 и 0,916 соответственно). По мнению авторов, оптимальными значениями для UT и %MAP для обнаружения стеноза артерий в пределах 50% являются значения 183 мс и 45% соответственно; при этом рассмотрение значений %MAP и UT в дополнение к ЛПИИ может оказать значительное влияние на обнаружение ранних стадий атеросклероза периферических артерий [8]. В другой работе японских исследователей, К. Tsuyuki с соавторами отмечено, что скорректированные значения, определенные по кривым ROC для %MAP \geq 41, UT \geq 164 мс, значительно увеличивают точность показателя UT как диагностического критерия [17]. При этом, в работе LiYH и соавторов говорится о том, что показатель %MAP имеет не только диагностическое, но и прогностическое значение: повышение показателя %MAP, основанное на регистрации импульсного объема у участников с $0,9 < \text{ЛПИИ} \leq 1,3$, может прогнозировать смертность от всех причин в течение 20,3 месяцев после наблюдения [18].

Что касается показателя PEP/ET как маркера систолической дисфункции, то в ряде работ зарубежных авторов он зарекомендовал себя как неинвазивный критерий, который может применяться в клинических исследованиях. Cheng HM с соавторами показали, что PEP/ET был значительно связан с большинством параметров структуры и функции ЛЖ, в том числе с таким показателем, как индекс левожелудочково-артериального взаимодействия (Ea/Ees) ($r=0,67$, $p<0,001$). Использование критерия PEP/ET как маркера для идентификации пациентов с Ea/Ees $>1,2$ обладало чувствительностью и специфичностью соответственно 85,7 и 84,3% для всего населения и 84,6 и 78,6% для пациентов с систолической дисфункцией. Таким образом, применение анализа такого показателя, как PEP/ET оказалось полезным для идентификации таких пациентов [19].

В работе Kamtoun I. была обнаружена значительная отрицательная корреляция между показателем PEP/ET и фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) ($r=-0,63$, $p<0,0001$). ФВ ЛЖ также достоверно коррелировала с ET ($r=0,44$, $p<0,0001$). Анализ данных взят в этом исследовании показал, что пороговое значение PEP/ET 0,33 обладает чувствительностью 85% и специфичностью 78% для диагностики систолической дисфункции со снижением ФВ ЛЖ $<35\%$. Авторы исследования сделали вывод, что анализ систолических интервалов является легкодоступным и полезным инструментом в случае эхокардиографического окна низкого качества, что представляет собой альтернативу для оценки систолической функции левого желудочка [20]. Аналогичные результаты были получены в работе Moyers V. с соавторами, в которой исследователи констатировали, что фоноэлектрокардиографические показатели систолических интервалов времени являются очень специфическими тестами для выявления нарушений систолической функции левого желудочка [21].

Заключение

Важной особенностью метода объемной сфигмографии является то, что он позволяет выявлять не только значимое поражение артериального русла, но и «доклинический» атеросклероз, что может быть особенно важно в принятии решения о своевременной гипополипидемической терапии и углубленном обследовании. Проведение скрининговых программ обследования населения с использованием метода объемной сфигмографии, оценивая на основании расчетной модели такие показатели, как время подъема пульсовой волны (UT), дельта среднего артериального давления (%MAP) и коэффициент Вейсслера (PEP/ET), позволяет выявлять пациентов с атеросклеротическим поражением сосудов и со сниженной систолической функцией ЛЖ. Именно эти пациенты имеют основные показания для направления на проведение углубленного обследования с применением таких стандартных диагностических методов, как дуплексное сканирование и эхокардиография.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шальнова С.А., Конради А.О., Карпов Ю.А., Концевая А.В., Деев А.Д., Капустина А.В., Худяков М.Б., Шлякто Е.В., Бойцов С.А. Анализ смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в 12 регионах Российской Федерации, участвующих в исследовании «Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний в различных регионах России». Российский кардиологический журнал 2012;5(97):6-11).
2. Трифонова С.С., Гайсёнок О.В., Сидоренко Б.А. Применение методов оценки жесткости сосудистой стенки в клинической практике: возможности сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (CAVI). Кардиология 2015; 4: 55-61.
3. Рогоза А.Н., Кавешников В.С., Трубачева И.А., Серебрякова В.Н., Заирова А.Р., Жернакова Ю.В., Чазова И.Е. (2014). Состояние сосудистой стенки в популяции взрослого населения на примере жителей Томска, по данным исследования ЭССЕ-РФ. Системные гипертензии 2014; 11(4): 42-48.
4. Nichols W.W. Clinical measurement of arterial stiffness obtained from noninvasive pressure waveforms. Am J Hypertens. 2005 Jan;18(1 Pt 2):3S-10S. PMID: 15683725 DOI: 10.1016/j.amjhyper.2004.10.009
5. Asmar R, Darne B, el Assaad M, Topouchian J. Assessment of outcomes other than systolic and diastolic blood pressure: pulse pressure, arterial stiffness and heart rate. Blood Press Monit. 2001 Dec;6(6):329-33. Review. PMID: 12055411
6. Williams B, Lacy PS, Thom SM, Cruickshank K, Stanton A, Collier D, Hughes AD, Thurston H, O'Rourke M; CAFE Investigators; Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial Investigators; CAFE Steering Committee and Writing Committee. Differential impact of blood pressure-lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study. Circulation. 2006;113(9):1213-25. PMID: 16476843 DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.595496
7. Метод объемной сфигмографии на аппарате Vasera VS-1500N: методические рекомендации / В.А. Мильягин, И.В. Мильягина, М.А. Пурьгина, Т.А. Осипенкова. – Смоленск: СГМА, 2014.
8. Hashimoto T, Ichihashi S, Iwakoshi S, Kichikawa K. Combination of pulse volume recording (PVR) parameters and ankle-brachial index (ABI) improves diagnostic accuracy for peripheral arterial disease compared with ABI alone. Hypertens Res. 2016 Jun;39(6):430-4. doi: 10.1038/hr.2016.13. Epub 2016 Feb 25. PMID: 26911230 DOI: 10.1038/hr.2016.13
9. Westerhof B.E., Guelen I., Westerhof N., Karemaker J.M., Avolio A. Quantification of wave reflection in the human aorta from pressure alone: a proof of principle. Hypertension. 2006;48(4):595-601. PMID: 16940207 DOI: 10.1161/01.HYP.0000238330.08894.17
10. Weissler A.M., Harris W.S., Schoenfeld C.D. Systolic time intervals in heart failure in man. Circulation. 1968 Feb;37(2):149-59. PMID: 5640345
11. Weissler A.M. Interpreting systolic time intervals in man. J Am CollCardiol. 1983 Nov;2(5):1019-20. PMID:

REFERENCES

1. Shalnova S.A., Konradi A.O., Karpov Yu.A., Kontsevaya A.V., Deev A.D., Kapustina A.V., Khudyakov M.B., Shlyakhto E.V., Boytsov S.A. Cardiovascular mortality in 12 Russian Federation regions – participants of the “Cardiovascular Disease Epidemiology in Russian Regions” study. Russ J Cardiol 2012, 5 (97): 6-11. [In Russ.] DOI: <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2012-5-6-11>
2. Trifonova S.S., Gaisenok O.V., Sidorenko B.A. Application of Methods of Assessment of Vascular Wall Stiffness in Clinical Practice: Capabilities of Cardio-Ankle Vascular Index. Kardiologiya. 2015; 55(4):61-6. [In Russ.] PMID: 26502505 DOI: <http://dx.doi.org/10.18565/cardio.2015.4.61-66>
3. Rogoza A.N., Kaveshnikov V.S., Trubacheva I.A., Serebriakova V.N., Zairova A.R., Zhernakova Y.V., Oshepkova E.V., Karpov R.S., Chazova I.E. Vascular wall in adult population of Tomsk in the framework of the project essay RF. Systemic Hypertension 2014; 11(4):42-48. [In Russ.]
4. Nichols W.W. Clinical measurement of arterial stiffness obtained from noninvasive pressure waveforms. Am J Hypertens. 2005 Jan;18(1 Pt 2):3S-10S. PMID: 15683725 DOI: 10.1016/j.amjhyper.2004.10.009
5. Asmar R, Darne B, el Assaad M, Topouchian J. Assessment of outcomes other than systolic and diastolic blood pressure: pulse pressure, arterial stiffness and heart rate. Blood Press Monit. 2001 Dec; 6(6):329-33. Review. PMID: 12055411
6. Williams B., Lacy P.S., Thom S.M., Cruickshank K., Stanton A., Collier D., Hughes A.D., Thurston H., O'Rourke M.; CAFE Investigators; Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial Investigators; CAFE Steering Committee and Writing Committee. Differential impact of blood pressure-lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study. Circulation. 2006;113(9):1213-25. PMID: 16476843 DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.595496
7. The method of volumetric sphygmography on the device Vasera VS-1500N: guidelines / V.A.Milyagin, I.V.Milyagina, M.A.Purygina, T.A.Osipenkova. - Smolensk: SSMA, 2014 [In Russ.]
8. Hashimoto T, Ichihashi S, Iwakoshi S, Kichikawa K. Combination of pulse volume recording (PVR) parameters and ankle-brachial index (ABI) improves diagnostic accuracy for peripheral arterial disease compared with ABI alone. Hypertens Res. 2016 Jun;39(6):430-4. doi: 10.1038/hr.2016.13. Epub 2016 Feb 25. PMID: 26911230 DOI: 10.1038/hr.2016.13
9. Westerhof B.E., Guelen I., Westerhof N., Karemaker J.M., Avolio A. Quantification of wave reflection in the human aorta from pressure alone: a proof of principle. Hypertension. 2006;48(4):595-601. PMID: 16940207 DOI: 10.1161/01.HYP.0000238330.08894.17
10. Weissler A.M., Harris W.S., Schoenfeld CD. Systolic time intervals in heart failure in man. Circulation. 1968 Feb;37(2):149-59. PMID: 5640345
11. Weissler A.M. Interpreting systolic time intervals in man. J Am CollCardiol. 1983 Nov;2(5):1019-20. PMID:

6630755

12. Atkins C.E., Snyder P.S. Systolic time intervals and their derivatives for evaluation of cardiac function. *J Vet Intern Med.* 1992 Mar-Apr;6(2):55-63. PMID: 1588542

13. Shah S.J., Michaels A.D. Hemodynamic correlates of the third heart sound and systolic time intervals. *Congest Heart Fail.* 2006 Jul-Aug;12Suppl 1:8-13. PMID: 16894268

14. Гайсёнок О.В., Дорохов С.И., Калашников С.В., Леонов А.С., Власова Л.А. Ценность скрининговых программ обследования населения в рамках акций «День здорового сердца» на предмет выявления артериальной гипертензии и основных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. *Профилактическая медицина* 2017;20(3):17-21.

15. ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases: Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries: the Task Force on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Artery Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2011 Nov;32(22):2851-906. doi: 10.1093/eurheartj/ehr211. Epub 2011 Aug 26.

16. Гайсёнок О.В., Медведев П.А., Трифонова С.С., Шаталова И.В., Марцевич С.Ю., Сидоренко Б.А. Применение индекса CAVI в клинической практике: расчетный сосудистый возраст как инструмент для принятия решения о дополнительном обследовании пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. *Кардиология.* 2015. Т. 55. № 7. С. 51-56.

17. Kazuo Tsuyuki, Kenji Kohno, Miho Asaoka, Kunio Ebine, Susumu Tamura, Yasuhiro Ohzeki, Toshifumi Murase, Kaoru Sugi, Kenta Kumagai, Itaru Yokouchi, Kenji Yamazaki, Satoru Tohi, Mutsumi Sorimachi, Shinichi Watanabe. Comparison of Diagnostic Accuracy between Pulse Volume Recording Parameters and Exercise-Ankle-Brachial Pressure Index in Patients with Ankle-Brachial Pressure Index above 0.9. *Ann Vasc Dis.* 2016; 9(4): 317–321. doi:10.3400/avd.oa.16-00098 PMID: PMC5174993

18. Li Y.H., Lin S.Y., Sheu W.H., Lee I.T. Relationship between percentage of mean arterial pressure at the ankle and mortality in participants with normal ankle-brachial index: an observational study. *BMJ Open.* 2016 Mar 25;6(3):e010540. doi: 10.1136/bmjopen-2015-010540.

19. Cheng H.M., Yu W.C., Sung S.H., Wang K.L., Chuang S.Y., Chen C.H. Usefulness of systolic time intervals in the identification of abnormal ventriculo-arterial coupling in stable heart failure patients. *Eur J Heart Fail.* 2008 Dec;10(12):1192-200. doi: 10.1016/j.ejheart.2008.09.003. Epub 2008 Nov 11. PMID: 19004668

20. Kammoun I., Zakhama L., Boussaidi H., Mimouni M., Marrakchi S., Slama I., Naccache S., Herbegue B., Ibn El Hadj Z., Boussabah E., Jebri F., Thameur M., Addad F., Ben Youssef S., Kachboura S. [Evaluation of left ventricular function by systolic time intervals]. *TunisMed.* 2014 Dec;92(12):752-5. [Article in French] PMID: 25879607

21. Moyers B, Shapiro M, Marcus GM, Gerber IL, McKeown BH, Vessey JC, Jordan MV, Huddleston M, Foster E, Chatterjee K, Michaels AD. Performance of

6630755

12. Atkins C.E., Snyder P.S. Systolic time intervals and their derivatives for evaluation of cardiac function. *J Vet Intern Med.* 1992 Mar-Apr;6(2):55-63. PMID: 1588542

13. Shah S.J., Michaels A.D. Hemodynamic correlates of the third heart sound and systolic time intervals. *Congest Heart Fail.* 2006 Jul-Aug;12Suppl 1:8-13. PMID: 16894268

14. Gaisenok O.V., Dorokhov S.I., Kalashnikov S.V., Leonov A.S., Vlasova L.A. The value of population-based programs within “Healthy Heart Day” moves to identify hypertension and major risk factors for cardiovascular diseases. *The Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health* 2017;20(3):17-21. [In Russ.] DOI:10.17116/profmed201720317-21

15. ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases: Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries: the Task Force on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Artery Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2011 Nov;32(22):2851-906. doi: 10.1093/eurheartj/ehr211. Epub 2011 Aug 26.

16. Gaisenok O.V., Medvedev P.A., Trifonova S.S., Shatalova I.V., Martsevich S.Y., Sidorenko B.A. Application of CAVI Index in Clinical Practice: Calculated Vascular Age as a Tool for Decision on Additional Examination of Patients With Cardiovascular Diseases. *Kardiologiya.* 2015; 55(7):51-6. [In Russ.] PMID: 26688926 DOI: <http://dx.doi.org/10.18565/cardio.2015.7.51-56>

17. Kazuo Tsuyuki, Kenji Kohno, Miho Asaoka, Kunio Ebine, Susumu Tamura, Yasuhiro Ohzeki, Toshifumi Murase, Kaoru Sugi, Kenta Kumagai, Itaru Yokouchi, Kenji Yamazaki, Satoru Tohi, Mutsumi Sorimachi, Shinichi Watanabe. Comparison of Diagnostic Accuracy between Pulse Volume Recording Parameters and Exercise-Ankle-Brachial Pressure Index in Patients with Ankle-Brachial Pressure Index above 0.9. *Ann Vasc Dis.* 2016; 9(4): 317–321. doi:10.3400/avd.oa.16-00098 PMID: PMC5174993

18. Li Y.H., Lin S.Y., Sheu W.H., Lee I.T. Relationship between percentage of mean arterial pressure at the ankle and mortality in participants with normal ankle-brachial index: an observational study. *BMJ Open.* 2016 Mar 25;6(3):e010540. doi: 10.1136/bmjopen-2015-010540.

19. Cheng H.M., Yu W.C., Sung S.H., Wang K.L., Chuang S.Y., Chen C.H. Usefulness of systolic time intervals in the identification of abnormal ventriculo-arterial coupling in stable heart failure patients. *Eur J Heart Fail.* 2008 Dec;10(12):1192-200. doi: 10.1016/j.ejheart.2008.09.003. Epub 2008 Nov 11. PMID: 19004668

20. Kammoun I., Zakhama L., Boussaidi H., Mimouni M., Marrakchi S., Slama I., Naccache S., Herbegue B., Ibn El Hadj Z., Boussabah E., Jebri F., Thameur M., Addad F., Ben Youssef S., Kachboura S. [Evaluation of left ventricular function by systolic time intervals]. *Tunis Med.* 2014 Dec;92(12):752-5. [Article in French] PMID: 25879607

21. Moyers B., Shapiro M., Marcus G.M., Gerber I.L., McKeown B.H., Vessey J.C., Jordan M.V., Huddleston M., Foster E., Chatterjee K., Michaels A.D. Performance of

phonoelectrocardiographic left ventricular systolic time intervals and B-type natriuretic peptide levels in the diagnosis of left ventricular dysfunction. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2007 Apr; 12(2):89-97. PMID: 17593176
DOI: 10.1111/j.1542-474X.2007.00146.x

phonoelectrocardiographic left ventricular systolic time intervals and B-type natriuretic peptide levels in the diagnosis of left ventricular dysfunction. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2007 Apr; 12(2):89-97. PMID: 17593176
DOI: 10.1111/j.1542-474X.2007.00146.x

Автор

Гайсёнок Олег Владимирович
ФГБУ «Объединенная больница с поликлиникой»
Управления Делами Президента РФ
Заведующий отделением общей кардиологии, к.м.н.
Мичуринский проспект, 6, Москва, Российская Феде-
рация 119285
ovgaisenok@fgu-obp.ru

Author

Oleg V.Gaisenok
FSI «United Hospital with Outpatient Department»
Administrative Department of the President of the RF
Head of the Department of General Cardiology, Cand.Sci.
(Med.)
Michurinsky Avenue, 6, Moscow, Russian Federation
119285
ovgaisenok@fgu-obp.ru