

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РИГИДНОСТИ АРТЕРИЙ И ТРАДИЦИОННЫХ ФАКТОРОВ РИСКА КАК ПРЕДИКТОРОВ СИНДРОМА РАННЕГО СОСУДИСТОГО СТАРЕНИЯ

Олейников В. Э., Хромова А. А., Бурко Н. В., Саламова Л. И., Борисова Н. А., Матросова И. Б.

**Цель.** Оценка структурно-функциональных свойств артерий у здоровых лиц и больных ишемической болезнью сердца (ИБС) с разной степенью поражения коронарных артерий в нескольких возрастных группах.

**Материал и методы.** В исследование включено 135 больных с различными формами ИБС и 56 здоровых лиц в возрасте от 35 до 65 лет. Всем обследуемым определяли уровень глюкозы и липидный спектр. Проводили апplanationную тонометрию, объёмную сфигмографию и ультразвуковое исследование общих сонных артерий с применением технологии высокочастотного сигнала RF.

**Результаты.** Все обследуемые были разделены на две когорты: моложе и старше 50 лет, каждая из которых включала пациентов без гемодинамически значимых стенозов венечных сосудов, с гемодинамически значимым стенозом одной коронарной артерии и здоровых лиц. Согласно результатам анализа традиционных факторов риска больные ИБС часто страдали табакос зависимостью, артериальной гипертензией, а также чаще имели отягощенную наследственность по сравнению со здоровыми лицами. У пациентов ИБС выявлены значительные нарушения липидного обмена. По данным ультразвукового исследования общих сонных артерий параметры артериальной ригидности преобладали у лиц с атеросклеротическим поражением венечных сосудов. Согласно результатам апplanationной тонометрии, у больных ИБС и здоровых зарегистрирован сопоставимый уровень центрального артериального давления в обеих возрастных группах. У всех здоровых лиц каротидно-феморальная скорость распространения пульсовой волны соответствовала нормальным значениям, в то время как у больных ИБС данный параметр превышал пороговый уровень 10 м/с. По данным объёмной сфигмографии степень выраженности коронарного атеросклероза была сопряжена с увеличением показателей сосудистой ригидности.

**Заключение.** Результаты настоящего исследования подтверждают необходимость разработки новых критериев оценки риска для своевременной диагностики и профилактики раннего развития сердечно-сосудистых заболеваний. Скрининг предикторов синдрома EVA позволит идентифицировать лиц с низким относительным, но высоким абсолютным риском коронарных событий.

Российский кардиологический журнал 2018, 3 (155): 31–36  
<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-3-31-36>

**Ключевые слова:** синдром EVA, толщина интима-медиа, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс, скорость распространения пульсовой волны, ишемическая болезнь сердца, гемодинамически значимый стеноз.

ФГБОУ ВО Пензенский государственный университет, Пенза, Россия.

Олейников В. Э.\* — зав. кафедрой терапии, Хромова А. А. — ассистент кафедры терапии, Бурко Н. В. — доцент кафедры терапии, Саламова Л. И. — доцент кафедры терапии, Борисова Н. А. — старший преподаватель кафедры терапии, Матросова И. Б. — доцент кафедры терапии.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):  
[v.oleynikov@gmail.com](mailto:v.oleynikov@gmail.com)

АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, ГЗС — гемодинамически значимый стеноз, ИБС — ишемическая болезнь сердца, КА — коронарные артерии, КАГ — коронароангиография, кСРПВ — каротидно-феморальная скорость распространения пульсовой волны, ОСА — общие сонные артерии, ОХС — общий холестерин, СРПВ — скорость распространения пульсовой волны, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ТГ — триглицериды, ТКМ — толщина комплекса интима-медиа, ФР — факторы риска, ХС ЛПВП — липопротеиды высокой плотности, ХС ЛПНП — липопротеиды низкой плотности, В-РВ — скорость распространения пульсовой волны в артериях мышечного типа, CAVI — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс, DC — коэффициент поперечной растяжимости, EVA — раннее сосудистое старение, L-/CAVI<sub>1</sub> — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс справа и слева, РВ — скорость распространения пульсовой волны, R/L-РВ — скорость распространения пульсовой волны в артериях преимущественно эластического типа справа и слева.

Рукопись получена 19.01.2018  
 Рецензия получена 10.02.2018  
 Принята к публикации 28.02.2018

## COMPLEX ASSESSMENT OF ARTERIES STIFFNESS PARAMETERS AND TRADITIONAL RISK FACTORS AS THE PREDICTORS OF EARLY VASCULAR AGEING SYNDROME

Oleynikov V. E., Khromova A. A., Burko N. V., Salyamova L. I., Borisova N. A., Matrosova I. B.

**Aim.** Evaluation of structural and functional properties of arteries in healthy persons and in coronary heart disease (CHD) patients with various severity of coronary lesion, in different age groups.

**Material and methods.** To the study, 135 patients included, with various CHD types, and 56 healthy persons at the age 35 to 65 y.o. All participants underwent laboratory testing for glucose level and lipid profile in blood. Applanation tonometry was done, and volumetric sphygmography, ultrasound scanning of common carotid arteries with the technology of high frequency RF signal.

**Results.** All participants were selected into two cohorts: younger and older than 50 y.o., which included patients with no hemodynamically significant stenoses of coronary arteries, with significant stenosis of one artery and healthy persons. According to the results of traditional risk factors analysis, CHD patients more prevalently had tobacco addiction, arterial hypertension, as well as family anamnesis of lipid disorders. By ultrasound scanning data of common carotid arteries, the parameters of arterial stiffness predominated in patients with coronary lesions. Applanation tonometry showed that CHD patients and healthy persons had

comparable levels of central arterial pressure in both age groups. In all healthy persons the carotid-femoral pulse wave velocity was within normal range, and in CHD it was higher by 10 m/s. Volumetric sphygmography showed that severity of coronary lesion correlated with the increase of vascular rigidity parameters.

**Conclusion.** The results of current study confirm the necessity for development of novel criteria of risk assessment and prevention of cardiovascular diseases early development. Screening for predictors of early vascular ageing syndrome will make it to identify persons with low relative but high absolute risk of coronary events.

Russ J Cardiol 2018, 3 (155): 31–36  
<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-3-31-36>

**Key words:** EVA syndrome, intima-media thickness, cardiac-ankle vascular index, pulse wave velocity, coronary heart disease, hemodynamically significant stenosis.

Penza State University, Penza, Russia.

Несмотря на несомненные достижения в понимании патогенеза ишемической болезни сердца (ИБС), остаются неясными механизмы раннего развития и особенности течения сердечно-сосудистой патологии в молодом возрасте [1]. На протяжении многих лет традиционные факторы, такие как возраст, пол, отягощенная наследственность, артериальная гипертензия (АГ), курение, дислипидемия и гипергликемия, входят в алгоритмы стратификации кардиоваскулярного риска. Однако на сегодняшний день установлено, что для прогнозирования сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) недостаточно анализа только классических факторов риска (ФР). Было показано, что у 50% пациентов с диагностированной ИБС ни один из них не регистрируется [2].

В 2008г Nilsson PM, et al. была предложена концепция синдрома раннего сосудистого старения (EVA). Преждевременное сосудистое старение складывается из ускоренного течения нормальных возрастных изменений артерий и дополнительного патологического сосудистого старения на фоне атеросклероза [1]. Основными компонентами EVA являются повышенная артериальная жесткость, артерио- и атеросклероз, эндотелиальная дисфункция, хроническое воспаление, дислипидемия, гипергликемия и инсулинорезистентность [3]. В настоящее время синдром диагностируется посредством измерения центрального артериального давления (АД), скорости распространения пульсовой волны (СРПВ), артериальной жесткости и эластичности, сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (CAVI), толщины комплекса интима-медиа (ТКИМ) сонных артерий. Определение сосудистого возраста на основании вышеперечисленных параметров позволяет уточнить кардиоваскулярный риск [4].

Цель настоящего исследования заключалась в оценке структурно-функциональных свойств артерий и биологического возраста у здоровых лиц и больных ИБС с разной степенью поражения коронарных артерий (КА) в нескольких возрастных группах.

### Материал и методы

В исследование включено 135 больных (78 мужчин и 57 женщин) с различными формами ИБС. Первичный инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST был диагностирован у 74 пациентов; нестабильная стенокардия — у 40; 7 больных страдали стабильной стенокардией 3-4 ФК по Канадской классификации. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом Пензенского государственного университета.

Критериями включения больных являлись: возраст от 35 до 65 лет; ИБС, верифицированная коронароангиографией (КАГ), изменениями на электрокардиограмме и/или динамикой кардиоспецифических ферментов, документированной госпитализацией

по поводу нестабильной стенокардии. Критерии исключения: наличие гемодинамически значимых стенозов (ГЗС) >50% двух и более КА по данным КАГ; тяжелые сопутствующие заболевания; хроническая сердечная недостаточность III-IV ФК, сахарный диабет 1 и 2 типа, нарушение мозгового кровообращения за последние 6 месяцев, хроническая болезнь почек (тяжелее 3а стадии), неконтролируемая АГ, нарушения сердечного ритма и проводимости.

По результатам КАГ пациенты были разделены на 2 группы. В 1-ю группу вошли 64 человека (38 мужчин и 26 женщин) без ГЗС КА (ГЗС<sub><50%</sub>). Вторую группу составил 71 пациент (40 мужчин и 31 женщина) с ГЗС 1 венечной артерии (ГЗС<sub>>50%</sub>).

Контрольная (К) группа была сформирована из 56 здоровых лиц в возрасте 47 (42; 59) лет, среди них 24 мужчины и 32 женщины. Критериями включения являлись: отсутствие жалоб, анамнестических, физических, лабораторных (липидный спектр, глюкоза крови) и инструментальных (электрокардиография) данных, указывающих на наличие ССЗ и/или поражение других органов и систем; оптимальное или нормальное АД согласно рекомендациям экспертов РКО; отсутствие систематического/регулярного приема каких-либо лекарственных препаратов.

Всем обследуемым определяли уровень глюкозы, общего холестерина (ОХС), липопротеидов низкой плотности (ХС ЛПНП), липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП), триглицеридов (ТГ) с помощью прибора OLYMPUS AU400 (OLYMPUS CORPORATION, Япония).

Ультразвуковое исследование общих сонных артерий (ОСА) выполняли на сканере MyLab 90 ("Esaote", Италия) с применением технологии RF. Ригидность оценивали по следующим показателям: ТКИМ, индекс жесткости  $\beta$ , коэффициент поперечной растяжимости — DC, локальная СРПВ в сонной артерии — PWV. Важно подчеркнуть, что измерение ТКИМ технологией RF проводится автоматически в режиме реального времени, исключая постобработку данных и минимизируя влияние исследователя на результаты [5].

Методом аппланационной тонометрии ("AtCor Medical", Австралия) регистрировали каротидно-фemorальную СРПВ (кфСРПВ) и показатели центрального аортального давления: систолического, диастолического, пульсового.

С помощью прибора VS-1000 ("Fukuda Denshi", Япония) методом объемной сфигмографии определяли СРПВ справа и слева в артериях преимущественно эластического типа (R/L-PWV), в артериях мышечного типа (B-PWV), сердечно-лодыжечный сосудистый индекс справа и слева (L-/CAVI<sub>l</sub>), биологический возраст.

Необходимо отметить, что обследование больных ИБС проводили без отмывочного периода с сохране-

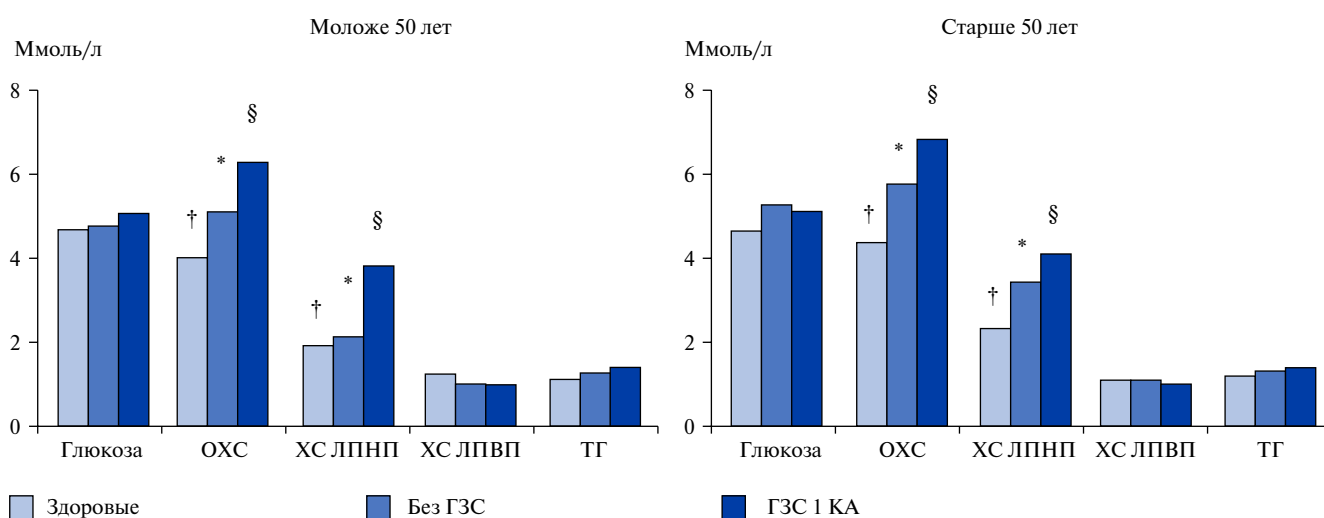
Таблица 1

## Традиционные факторы риска в группах сравнения

Группы	<50 лет (n=94)			>50 лет (n=97)		
	Здоровые (n=28)	Без ГЗС (n=31)	ГЗС 1 КА (n=35)	Здоровые (n=28)	Без ГЗС (n=33)	ГЗС 1 КА (n=36)
Возраст (лет)	41,5±3,9	42 (40; 49)	42,7±3,7	58,4±4,5	58,4±4,2	56,5 (53; 62)
Мужчины (%)	11 (39%)	23 (74%)*	20 (57%) <sup>†</sup>	13 (46%)	15 (46%)	20 (56%)
Женщины (%)	17 (61%)	8 (26%)*	10 (43%)	15 (54%)	18 (54%) <sup>§</sup>	16 (44%)
Анамнез ИБС	-	7 (23%) <sup>§</sup>	2 (6%)	-	14 (42%) <sup>§</sup>	8 (22%)
АГ	-	10 (32%)	15 (43%)	-	18 (55%)	26 (72%)
Табакокурение	-	13 (42%)	16 (46%)	-	11 (29%)	15 (42%)
Отягощенная наследственность	5 (18%)	24 (77%)*	27 (77%) <sup>†</sup>	4 (14%)	17 (52%)*	21 (58%) <sup>†</sup>

**Примечания:** \* —  $p < 0,05$  достоверные отличия между группами здоровых и без ГЗС КА, <sup>†</sup> —  $p < 0,05$  — достоверные отличия между группами здоровых и ГЗС 1 КА, <sup>§</sup> —  $p < 0,05$  достоверные отличия между группами без ГЗС и ГЗС 1 КА.

Данные представлены в количественном и процентном выражении; в виде среднего значения и стандартного отклонения  $M \pm SD$  при параметрическом распределении, в виде медианы и 25%-, 75%-ных межквартильных интервалов Me (Q 25%; Q 75%) — при непараметрическом.



**Рис. 1.** Показатели биохимического анализа крови в группах сравнения.

**Примечание:** \* —  $p < 0,05$  достоверные отличия между группами здоровых и без ГЗС КА, <sup>†</sup> —  $p < 0,05$  — достоверные отличия между группами здоровых и ГЗС 1 КА, <sup>§</sup> —  $p < 0,05$  достоверные отличия между группами без ГЗС и ГЗС 1 КА.

нием полного объема назначенной терапии статинами, антиагрегантами,  $\beta$ -адреноблокаторами, ингибиторами АПФ, нитратами, антагонистами кальция, диуретиками.

Для статистической обработки результатов исследования использовали программу Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США). При нормальном распределении результаты представлены в виде  $M \pm SD$ , при непараметрическом показатели отражены как Me (Q 25%; Q 75%). Качественные переменные в группах сравнивали с помощью критерия Пирсона. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты

С целью выявления возрастных изменений сосудистого русла все обследуемые были разделены на две когорты: моложе (<50) и старше 50 (>50) лет, каждая из которых включала лиц с ГЗС<sub><50%</sub>, ГЗС<sub>>50%</sub> и здоровых. Данное возрастное деление обусловлено физиологиче-

скими атеросклеротическими изменениями сосудистого русла после 50 лет [3]. Сравниваемые подгруппы в каждой когорте были сопоставимы по возрасту, росту, индексу массы тела, уровню офисного АД.

Согласно результатам анализа традиционных ФР, больные с разной степенью поражения КА часто страдали табакозависимостью и АГ, а также достоверно чаще имели отягощенную наследственность по сравнению с контрольной группой (табл. 1). Преобладание мужского пола в подгруппах больных ИБС обусловлено гендерными особенностями развития заболевания у лиц моложе 50 лет. Наибольшая частота ИБС в анамнезе зафиксирована в подгруппах лиц с ГЗС<sub><50%</sub>.

Кроме того, у пациентов с разным поражением КА выявлены значительные нарушения липидного обмена, в частности, увеличение уровня ОХС и ХС ЛПНП. Причем в группе ГЗС<sub>>50%</sub> отмечались более выраженные изменения данных показателей ( $p < 0,05$ ) (рис. 1).

Таблица 2

## Показатели сосудистой ригидности в группах сравнения

Группы	<50 лет (n=94)			Отличия между группами	>50 лет (n=97)			Отличия между группами
	Здоровые (n=28)	Без ГЗС (n=31)	ГЗС 1 сосуда (n=35)		Здоровые (n=28)	Без ГЗС (n=33)	ГЗС 1 сосуда (n=36)	
	К	1	2		К	1	2	
Показатели технологии RF								
ТКИМ, м	450,5±74,4	543 (465; 580)	707,5±156,5	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$	562,9±64,8	634,5 (555,7; 693)	864 (830,7; 953,2)	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$
DC, 1/кПа	0,03±0,008	0,02±0,007	0,015±0,006	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$	0,02 (0,015; 0,025)	0,015 (0,015; 0,022)	0,02 (0,01; 0,025)	нд
Индекс $\beta$	5,3 (5,1; 6,1)	8,4±2,5	9,7±2,9	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$	7,9±2,38	8,1 (6,4; 11,3)	8,9 (6,7; 13,4)	нд
PWV, м/с	5,4 (5,1; 6,3)	7,6±1,07	8,7±1,3	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$	7,0±1,24	7,4±1,5	7,4±2,3	нд
Показатели аппланационной тонометрии								
СРПВф, м/с	6,5±0,9	7,4 (6,2; 8,7)	8,5±1,09	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$	7,25 (7,8; 9,1)	8,6±1,7	9,35 (7,5; 9,7)	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$
Показатели объемной сфигмографии								
B-PWV (м/с)	6,7±1,1	7,7±1,2	8,5±1,2	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$	7,5±1,3	7,9±1,1	8,1±1,4	нд
R-/L-PWV (м/с)	10,1±1,9	11,9±1,5	13,9±0,9	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$	8,5±1,6	11,9±1,6	13,4 (12,4; 14,6)	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$
L-/CAVI <sub>1</sub>	6,4±0,8	7,8 (6,9; 7,7)	9,4 (8,1; 9,7)	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$	7,05 (5,3; 7,7)	7,3±0,8	8,5 (7,5; 8,9)	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$
Биологический возраст (лет)	39,5±5,0	49,5±10,8	53,7±7,5	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$	52 (49; 60)	57 (53,2; 60,7)	61,4±4,2	$P_{K-1,2;1-2} < 0,05$
Паспортный возраст (лет)	41,5±3,9	42 (40; 49)	42,7±3,7	нд	58,4±4,5	58,4±4,2	56,5 (53; 62)	нд

**Примечание:** данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения  $M \pm SD$  при параметрическом распределении, в виде медианы и 25%-, 75%-ных межквартильных интервалов Me (Q 25%; Q 75%) — при непараметрическом.

По данным ультразвукового исследования ОСА, у лиц моложе 50 лет ТКИМ имела наименьшие значения в подгруппе здоровых по сравнению с больными ИБС, при этом, выраженность атеросклероза венечных сосудов сопровождалась нарастанием параметра ( $p < 0,05$ ). Подобные изменения выявлены при анализе индекса жесткости  $\beta$  ( $p < 0,05$ ). Наименьшие значения коэффициента DC отмечены у пациентов группы ГЗС<sub>>50%</sub> в отличие от групп ГЗС<sub><50%</sub> и К ( $p < 0,05$ ). Прирост PWV ОСА был сопряжен с коронарным атеросклерозом у больных ИБС по сравнению со здоровыми ( $p < 0,05$ ). В когорте лиц старше 50 лет параметр ТКИМ показал схожие изменения ( $p < 0,05$ ). По остальным показателям локальной сосудистой ригидности в данной возрастной группе достоверных отличий не отмечено (табл. 2).

Согласно результатам аппланационной тонометрии, у больных ИБС и здоровых зарегистрирован сопоставимый уровень центрального АД в обеих возрастных группах, что, вероятно, обусловлено проведением обследования на фоне фармакотерапии. У всех здоровых лиц кфСРПВ соответствовала нормальным значениям, в то время как у больных ИБС с разной степенью поражения КА данный параметр превышал пороговый уровень 10 м/с ( $p < 0,05$ ) (табл. 2).

По данным объемной сфигмографии выявлено значительное увеличение СРПВ в артериях преимущественно эластического типа у больных всех возрастных групп с дополнительным преобладанием

показателя в артериях мышечного типа у больных моложе 50 лет ( $p < 0,05$ ). Степень выраженности коронарного атеросклероза была сопряжена с нарастанием уровня L-/CAVI<sub>1</sub> ( $p < 0,05$ ). Важно, что при сопоставимом паспортном возрасте, у больных ИБС наблюдалось значительное увеличение биологического возраста с максимальными значениями параметра в подгруппе ГЗС<sub>>50%</sub> как моложе, так и старше 50 лет ( $p < 0,05$ ) (табл. 2).

## Обсуждение

Согласно концепции EVA, структура и функция артерий программируются во внутриутробном периоде, а наличие ФР лишь ускоряет перестройку сосудистой стенки [3]. По данным Whitfield JB наследуемость ССЗ и ФР составляет 40-60% в общей популяции [3]. В настоящей работе отягощенный анамнез кардиоваскулярной патологии регистрировался чаще у пациентов с поражением КА по сравнению со здоровыми лицами сопоставимого возраста, достигая 77% у больных моложе 50 лет.

В ряде исследований было продемонстрировано, что раннее сосудистое старение под влиянием компонентов сигаретного дыма включает развитие эндотелиальной дисфункции, увеличение выработки эндотелина-1, ангиотензина II и тромбосана с последующей вазоконстрикцией. Все это активирует атерогенные липопротеиды и способствует гиперкоагуляции [6]. Поэтому важным немедикаментозным подходом к профилактике и лечению ССЗ является

отказ от курения. В данном исследовании больные ИБС моложе 50 лет чаще страдали табакозависимостью по сравнению с пациентами старше 50 лет. Это, вероятно, обусловило раннее развитие коронарных событий в первой возрастной когорте.

Анамнез АГ закономерно преобладал у пациентов старшего возраста по сравнению с лицами моложе 50 лет в подгруппах ГЗС<sub><50%</sub> и ГЗС<sub>>50%</sub>. Следует отметить, что возрастные изменения артерий в виде повышенной сосудистой ригидности сопровождаются увеличением общего периферического сосудистого сопротивления, систолического и пульсового АД. В свою очередь, АГ усиливает структурно-функциональные изменения артериальной стенки, формируя “порочный круг” [7].

Другим важным компонентом раннего сосудистого старения является дислипидемия. Согласно представленным результатам, распространенность ОХС >5 ммоль/л и ХС ЛПНП >3 ммоль/л у больных ИБС составила от 64 до 93%, несмотря на проводимую гиполипидемическую терапию. При этом, параметры достигали максимальных значений в подгруппах с ГЗС КА моложе и старше 50 лет.

Существующие шкалы риска, основанные на оценке традиционных факторов, несомненно, являются важным инструментом в прогнозировании сердечно-сосудистых событий. Однако, имеется значительная разница между предиктивными и фактически развившимися кардиоваскулярными катастрофами. В связи с этим, была предложена новая модель предикторов сердечно-сосудистого риска, основанная на выявлении субклинического поражения органов-мишеней [8]. Исследователями Датского медицинского университета было установлено, что именно совокупность критериев шкалы SCORE и шкалы ESH, рекомендуемой оценкой субклинического поражения органов-мишеней, позволяет выявить лиц с очень высоким и очень низким риском развития ССЗ [9].

С целью диагностики признаков EVA определяли структурно-функциональные свойства артерий различного калибра у больных с доказанной ИБС. В настоящей работе оценивались как зарекомендовавшие себя маркеры сосудистого риска (кфСРПВ, ТКИМ ОСА, индекс CAVI), так и дополнительные параметры локальной и региональной жесткости, которые также могут служить в качестве скрининговых маркеров EVA. В частности, применялась ультразвуковая система с встроенной технологией высокочастотного сигнала RF, предназначенная для автоматической высокоточной оценки ТКИМ (до 1 мкм) и показателей локальной жесткости ОСА в В-режиме [5]. Программное обеспечение функции RF автоматически проводит оконтуривание стенок ОСА, исключая постобработку данных и минимизируя влияние исследователя на резуль-

таты. Высокая точность регистрируемой ТКИМ достигается включением в итоговый протокол усредненных результатов последовательно записанных шести кардиоциклов с разбросом абсолютных значений не более 20%.

Измерение СРПВ на участке от сонной к бедренной артерии методом апplanationной тонометрии является “золотым стандартом” в изучении артериальной ригидности. Согласно результатам клинических исследований, повышение артериальной жесткости, оцененной с помощью СРПВ в аорте, связано с двукратным увеличением сердечно-сосудистых событий и смертности [3]. Прирост аортальной СРПВ на 1 м/с повышает вероятность развития ССЗ на 14%, летальности от сердечно-сосудистых осложнений — на 15% [10].

Определяемый методом объемной сфигмографии индекс CAVI зарекомендовал себя как надежный маркер сосудистой ригидности, характеризующий жесткость аорты, бедренной и большеберцовой артерии. Некоторые авторы полагают, что индекс CAVI, не зависящий от АД в момент измерения, имеет адекватную воспроизводимость для клинического применения и, возможно, более полезен в качестве маркера артериальной ригидности, чем кфСРПВ [11].

По результатам нашего исследования, у больных ИБС моложе 50 лет с ГЗС менее и более 50% были выявлены признаки атеросклероза в различных участках артериального русла. Наличие и прогрессирование коронаросклероза было ассоциировано с потерей эластичности, повышением жесткости и ТКИМ ОСА, нарастанием СРПВ в аорте, в сосудах преимущественно эластического и мышечного типа.

У здоровых лиц возрастные изменения затрагивают в основном сосуды эластического типа (аорта) и преимущественно эластического типа (сонная и бедренная артерии). Наличие кардиоваскулярной патологии в молодом возрасте, особенно АГ, ускоряет нормальные процессы старения в крупных артериях, а также вызывает развитие гипертрофии медиального слоя резистивных сосудов, приводя к увеличению артериальной ригидности и ускорению СРПВ [12].

В условиях повышенной жесткости аорты изменяются характеристики отраженной волны — амплитуда и продолжительность, что усиливает нагрузку на миокард левого желудочка, вызывая увеличение сердечного выброса. Как следствие, развивается гипертрофия левого желудочка, диастолическая дисфункция, повышается потребность миокарда в кислороде, снижается коронарная перфузия и развивается застойная сердечная недостаточность [3].

В группе обследуемых старше 50 лет получены схожие результаты по показателям ТКИМ ОСА, СРПВ в аорте, R-/L-PWV и индексу L-/CAVI<sub>1</sub>. Однако больные ИБС и здоровые лица не отличались по пара-



метрам эластичности и жесткости ОСА и В-PWV. Менее выраженные различия локальной и региональной жесткости у больных ИБС и здоровых лиц старше 50 лет, очевидно, обусловлены экспоненциальным прогрессированием артериальной ригидности по сравнению с младшей возрастной когортой, как у здоровых лиц, так и в общей популяции [3]. Действительно, отдельные сегменты артериального русла по-разному реагируют на физиологическое старение, что связано с различиями в соотношении эластина и коллагена в гладкой мускулатуре. Причем большинство исследований указывают на выраженное влияние возраста на жесткость проксимальных, более эластичных артерий, и в меньшей степени артерий мышечного типа [13].

### Литература

1. Nilsson PM, Lurbe E, Laurent S. The early life origins of vascular ageing and cardiovascular risk: the EVA syndrome [review]. *J Hypertens* 2008; 26(6): 1049-57. DOI: 10.1097/HJH.0b013e3282f82c3e.
2. Kim H-L. Arterial stiffness and coronary artery disease. South Korea. *EMJ Cardiology* 2016; 4 (1): 84-9. ISSN-2054-3174.
3. Nilsson PM, Olsen MH, Laurent S. Early vascular aging (EVA). *New Directions in cardiovascular protection*. Elsevier, 2015. ISBN: 9780128013878.
4. Boutouyrie P, Fliser D, Goldsmith D, et al. Assessment of arterial stiffness for clinical and epidemiological studies: methodological considerations for validation and entry into the European Renal and Cardiovascular Medicine registry. *Nephrol Dial Transplant* 2013; 29 (2): 1-9. DOI: 10.1093/ndt/gft309.
5. Oleynikov VE, Salyamova LI, Burko NV, et al. Ultrasound Evaluation of the Great Arteries Based on the Analysis of Radio-Frequency Signal. *J Biomedical Engineering* 2017; 50 (5): 48-51. DOI: 10.1007/s10527-017-9654-2.
6. Milara J, Ortiz JL, Juan G, et al. Cigarette smoke exposure up-regulates endothelin receptor B in human pulmonary artery endothelial cells: molecular and functional consequences. *Br J Pharmacol* 2010; 161: 1599-615. DOI: 10.1111/j.1476-5381.2010.00979.x.
7. Ferrari A, Radaelli A, Centola M. Invited Review: Aging and the cardiovascular system. *J Appl Physiol* 2003; 95: 2591-7. DOI: 10.1152/japplphysiol.00601.2003.
8. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal* 2013; 34: 2159-219. DOI: 10.1093/eurheartj/ehs151.
9. Acton QA. *Advances in Cardiovascular System Research and Application/2011 Edition: A ScholarlyEditions*, 2012. ISBN: 978-1-490-10871-1.
10. Vlachopoulos C, Aznaouridis K, Stefanadis C. 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. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.10.061.
11. Endes S, Caviezel S, Schaffner E, et al. Associations of novel and traditional vascular biomarkers of arterial stiffness: results of the SAPALDIA 3 cohort study. *PLOS one* 2016; 11 (9): e0163844. DOI: 10.1371/journal.pone.0163844.
12. Leloup AJ, Van Hove CE, Heykers A, et al. Elastic and muscular arteries differ in structure, basal NO production and voltage-gated Ca<sup>2+</sup>-channels. *Front Physiol* 2015; 6: 375. DOI: 10.3389/fphys.2015.00375.
13. Iurciuc S, Cimpean AM, Mitu F, et al. Vascular aging and subclinical atherosclerosis: why such a "never ending" and challenging story in cardiology? *Clin Interv Aging* 2017; 12: 1339-45. DOI: 10.2147/CIA.S141265.

### Заключение

Таким образом, результаты настоящего исследования подтверждают необходимость разработки новых критериев оценки риска для своевременной диагностики и профилактики раннего развития ССЗ. Скрининг предикторов EVA позволит идентифицировать лиц с низким относительным, но высоким абсолютным риском коронарных событий [3].

Работа выполнена при финансовой помощи проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ "Новые технологии системного использования двухмерного отслеживания пятен у больных острым инфарктом миокарда на основе математического моделирования" (18.1369.2017/4.6).