

СЕРДЕЧНО-ЛОДЫЖЕЧНЫЙ СОСУДИСТЫЙ ИНДЕКС (CAVI) – НЕИНВАЗИВНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

Пурыгина М. А.¹, Милягин В. А.², Агеенкова О. А.², Кохонова О. П.¹

¹ОГБУЗ «Смоленская областная клиническая больница», Смоленск, Россия (214019, Смоленск, пр-т Гагарина, 27), e-mail: marina-purygina@rambler.ru

²ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения РФ, Смоленск, Россия (214019, Россия, г. Смоленск, ул. Крупской, 28), olgamd2009@rambler.ru

В статье рассматривается современная оценка жесткости сосудистой стенки у больных атеросклерозом в зависимости от количества пораженных коронарных артерий. Целью исследования было изучение зависимости между жесткостью магистральных артерий и степенью атеросклеротического поражения коронарных артерий. В исследовании приняло участие 136 пациентов с ИБС (124 мужчин и 22 женщин) в возрасте от 42 до 70 лет (средний возраст $55,7 \pm 7,4$ года) с проведенной диагностической коронароангиографией. Используются новые современные методы исследования атеросклероза – объемная сфигмография на аппарате VASERA – SV1000 (Fukuda Denschi, Япония). Обосновывается значимость использования объемной сфигмографии (индекса жесткости CAVI и kCAVI) для оценки жесткости сосудистой стенки и выявления больных с высоким риском атеросклеротического поражения коронарных артерий.

Ключевые слова: атеросклероз, индекс жесткости, коронароангиография.

CARDIO-ANKLE VASCULAR INDEX (CAVI) – NONINVASIVE METHOD FOR DETERMINING ATHEROSCLEROTIC OF CORONARY ARTERIES

Purygina M. A.¹, Milyagin V. A.², Ageenkova O. A.², Kohonova O. P.¹

¹"Smolensk Regional Clinical Hospital", Smolensk, Russia

²"Smolensk State Medical Academy" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Smolensk, Russia

The paper reviews up-to-date methods of assessment of vascular wall stiffness in patients with atherosclerosis depending on the number of damaged coronary arteries. The aim of the study was to investigate the relationship between the stiffness of main arteries and the degree of atherosclerotic damages in coronary arteries. We studied 136 patients with Coronary Artery Disease (124 men and 22 women) aged 42 to 70 years (mean age $55,7 \pm 7,4$ years) after diagnostic coronarography. Used new modern methods of investigation of atherosclerosis – the volume on the unit sphygmograph VASERA – SV1000 (Fukuda Denschi, Japan). Up-to-date methods of assessment of atherosclerosis were used. The importance of volume sphygmography (stiffness index CAVI, kCAVI) in assessment of the vascular wall stiffness and in the detection of patients with high risk of atherosclerotic damages in coronary arteries is described in the article.

Key words: atherosclerosis, stiffness index, coronarography.

Введение. В последнее десятилетие сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), связанные с атеросклерозом, прочно удерживают лидирующие позиции среди всех причин смертности в экономически развитых странах, в том числе и в России. В связи с этим одной из приоритетных задач здравоохранения является раннее выявление атеросклеротического поражения сосудов и адекватное лечение пациентов с высоким риском кардиоваскулярных осложнений. Профилактика и лечение болезней системы кровообращения является одной из задач не только здравоохранения, но и общества в целом.

В связи с тем, что многие факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний реализуют себя через изменение сосудистой жесткости, повышение ригидности сосудистой стенки может быть интегральным маркером, отражающим сосудистые риски [2, 8]. Вследствие повышения жесткости сосудистой стенки происходит нарушение демпфирующей

функции крупных артерий, в результате чего увеличивается повреждающее действие пульсовой волны на сосуды. Показана связь скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) с жесткостью артерий, доказано, что СРПВ является независимым предиктором развития и прогрессирования ишемической болезни сердца (ИБС) [1, 7]. Японскими исследователями установлено, что повышение жесткости магистральных сосудов коррелирует со степенью атеросклеротического поражения артерий [3, 6].

Цель исследования. Изучение зависимости между жесткостью магистральных артерий и степенью атеросклеротического поражения коронарных артерий.

Материалы и методы. Набор пациентов проводился на базе Смоленской областной клинической больницы. В исследовании приняло участие 136 пациентов с ИБС (124 мужчин и 22 женщины) в возрасте от 42 до 70 лет (средний возраст $55,7 \pm 7,4$ года). Средний возраст мужчин составил $55,1 \pm 7,3$ лет, женщин $60,0 \pm 7,7$ лет. У всех пациентов была стабильная стенокардия II–III функционального класса, 87 больных (59,6 %) перенесли инфаркт миокарда, у 138 (94,5 %) была артериальная гипертензия; практически все пациенты принимали гипотензивную терапию; курили 89 (61 %) человек; нарушения липидного спектра обнаружены у 78 (53,4 %) больных. Диагноз установлен на основании данных анамнеза, клинических и лабораторных исследований. Критерии исключения: мерцательная аритмия (МА), гемодинамически значимые пороки сердца, ХСН II–III функционального класса (ФК) по NYHA, почечная и печеночная недостаточность. Все сопутствующие заболевания находились в стадии ремиссии и не оказывали существенного влияния на общее состояние больных.

Всем пациентам была выполнена селективная коронароангиография на двухпроекционной ангиографической установке «Axiom. Artis VA» (Siemens, Германия). Для оценки жесткости магистральных сосудов и уровней артериального давления (АД) в бассейнах верхних и нижних конечностей использовалась объемная сфигмография на аппарате VaSera-1000 (Fukuda Denshi, Япония). В последние годы для изучения жесткости магистральных сосудов, как правило, используется определение СРПВ. Недостатком определения СРПВ является ее зависимость не только от жесткости сосудистой стенки, обусловленной изменением ее структуры, но и от уровня среднего АД в артериальной системе (уровень растягивающего давления). Японскими исследователями предложены новые показатели жесткости – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (CAVI) и сердечно-коленный индекс жесткости (kCAVI). Они позволяют оценить жесткость сосудов вне зависимости от уровня растягивающего АД, действующего на стенку артерии в момент регистрации пульсовой волны. Показано, что показатель CAVI ассоциируется с наличием и тяжестью коронарного атеросклероза [7].

Статистическая обработка полученных результатов проводили при помощи пакета программ «STATISTICA v. 6.0.» (Statsoft Inc., USA). Рассчитывали средние величины (M), их стандартные отклонения (SD). Достоверность различий оценивали по тесту ANOVA. Данные представлены в виде M±SD.

Результаты исследования и их обсуждения

По данным селективной коронароангиография гемодинамически значимые поражения коронарных артерий выявлены у 102 больных. В зависимости от количества пораженных артерий больные ИБС были разделены на 4 группы. Первую группу составили 41 человек без гемодинамически значимых стенозов в основных ветвях коронарных артерий. Во вторую группу было включено 30 человек, у которых было обнаружено поражение одной коронарной артерии, в третью группу вошли 26 больных с поражением 2-х коронарных сосудов и в четвертую группу – 46 человек с поражением 3 и более коронарных артерий. Пациенты всех групп были рандомизированы по возрасту.

Нами проанализированы показатели объемной сфигмографии у обследованных нами пациентов в зависимости от количества пораженных сосудов атеросклеротическим процессом (табл. 1)

Таблица 1

Показатели объемной сфигмографии у больных ИБС с различным количеством пораженных сосудов

Показатели, мм рт. ст.	Без поражения сосудов	1 сосуд	2 сосуда	3 и более сосудов	p
	n=41	n=30	n=26	n=46	
САД (рука)	124,1±15,3	123,7±15,2	127±13,9	129,2±13,2	0,057
ДАД (рука)	80,9±9,6	82,8±11,8	82,6±11,4	84,5±8,4	0,018
ПАД (рука)	40±9,3	40,9±9,3	44,7±11,4	44,8±9,8	0,141
САД (нога)	128,2±19,3	131,5±21,1	135,7±17,4	137,6±22,5	0,000
ДАД (нога)	72,6±10,5	73,4±9,4	74,8±12,5	73,4±11,3	0,323
ПАД (нога)	54,8±14,6	58±16,5	60,9±13,1	64,3±17,6	0,000
B-PWV, (м/с)	7,6±1,4	7,8±1,2	8,4±0,8	8,7±1,3	0,000
R-PWV, (м/с)	12,6±1,6	12,7±1,2	13,1±1,7	13,5±2,2	0,007
R-CAVI, ед.	8,3±0,76	9,5±0,21	9,8±0,37	10,2±0,74	0,000
L-CAVI, ед.	8,3±0,71	9,4±0,25	9,8±0,61	9,9±0,79	0,000
R-kCAVI, ед.	11,1±1,05	12,7±0,72	13,8±1,07	14,3±1,36	0,000

Примечание: САД – систолическое; ДАД – диастолическое; ПАД – пульсовое артериальное давление на правой руке, на правой ноге; R – ABI – лодыжечно-плечевой ин-

декс справа; В-PWV – скорость распространения пульсовой волны между сердцем и плечом; R-PWV – плече-лодыжечная скорость распространения пульсовой волны между плечом и правой голенью; R (L) – САVI – сердечно-лодыжечный индекс жесткости справа и слева (в усл. ед.), kCAVI – сердечно-коленный индекс жесткости справа (в усл. ед.).

Как видно из полученных данных, при увеличении степени атеросклеротического поражения коронарных сосудов увеличивается уровень переменных составляющих АД – САД и ПАД на ногах. При увеличении количества пораженных коронарных артерий достоверно увеличивается СРПВ по сосудам эластического и мышечного типа. По сравнению с больными ИБС, у которых не было гемодинамически значимого поражения коронарных артерий, В-PWV при поражении 1-го сосуда увеличивается на 2,6 %, с поражением 2-х сосудов – на 10,5 %, 3-х и более сосудов – на 14,5 %. R-PWV увеличивается при поражении 1-го сосуда на 0,8 %, с поражением 2-х сосудов – на 4,0 %, 3-х и более сосудов – на 7,1 %. В наибольшей степени при увеличении тяжести атеросклероза – увеличивается индексы жесткости САVI. По сравнению с больными ИБС, у которых не было гемодинамически значимого поражения коронарных артерий: R-САVI при поражении 1-ой коронарной артерии увеличивается на 9,5 %, с поражением 2-х сосудов – на 19,0 %, 3-х и более сосудов – на 19,0 %; L-САVI при поражении 1-ой коронарной артерии увеличивается на 13,1 %, 2-х сосудов – на 20,2 %, 3-х и более сосудов – на 21,4 %; R-k-САVI увеличивается при поражении 1-го сосуда на 14,3 %, 2-х сосудов – на 22,3 %, 3-х и более сосудов – на 25,9 %.

У больных ИБС без поражения коронарных сосудов индекс жесткости САVI, как правило, был ниже 9 ед., величина его более 9 ед. была выявлена у 8 человек (5 мужчин и 3 женщин). Эти пациенты курили, ИМТ у них был больше 25 кг/м^2 , холестерин сыворотки крови более 5,2 ммоль/л, у 3 больных в анамнезе острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК). При наличии гемодинамически значимых сужений коронарных сосудов индекс САVI был больше 9 ед. У больных ИБС с поражением 1-го коронарного сосуда индекс жесткости САVI менее 9 ед. был выявлен лишь у 1 человека, с поражением 2-х коронарных сосудов – у 1 больного, с поражением 3 и более сосудов индекс жесткости САVI менее 9 ед. выявлен также у 1 человека. У больных ИБС чувствительность индекса жесткости САVI в определении гемодинамически значимых сужений коронарных артерий составляет 79 %, а специфичность 95 %.

Нами было проанализировано влияние возраста на показатели жесткости сосудов у пациентов с различным количеством пораженных коронарных артерий, данные приведены в таблице 2, 3.

Показатели объемной сфигмографии у пациентов ИБС с различным количеством пораженных сосудов в возрасте от 40 до 55 лет

Показатели	Без поражения сосудов	1 сосуд	2 сосуда	3 и более сосуда	p
	n=17	n=10	n=14	n=19	
Возраст, лет	49,1±3,8	59,2±4,0	51,1±2,8	50,2±3,8	0,166
B-PWV (м/с)	7,2±1,5	8,0±0,8	8,3±0,7	8,5±1,5	0,002
R-PWV (м/с)	12,3±1,6	12,7±0,9	13,0±1,7	14,0±1,7	0,013
R-CAVI, ед.	8,0±0,8	9,4±0,5	10,0±0,5	10,0±0,6	0,000
L-CAVI, ед.	8,0±0,7	9,3±0,5	10,0±0,9	10,1±0,9	0,000
R-kCAVI, ед.	10,9±1,1	12,9±0,8	13,5±0,9	13,9±1,1	0,000

Как видно из таблицы 2, у больных ИБС в возрасте от 40 до 55 лет при гемодинамически значимом поражении сосудов индекс САVI был более 9 ед.

С увеличением количества пораженных сосудов в возрасте от 40 до 55 лет достоверно повышается СРПВ по сосудам преимущественно эластического типа (R-PWV при ИБС с поражением 1-го сосуда увеличивается на 3,3 %, с поражением 2-х сосудов – на 5,7 % и поражением 3-х и более – сосудов на 13,8 % по сравнению с ИБС без гемодинамически значимого стеноза коронарных артерий). B-PWV при ИБС с поражением 1-го сосуда увеличивается на 11,1 %, при поражении 2-х сосудов – на 15,3 %, при поражении 3-х и более сосудов – на 18,1 % по сравнению с ИБС без гемодинамически значимого стеноза. При ИБС в возрасте от 40 до 55 лет по сравнению с ИБС без гемодинамически значимого поражения сосудов: R(L)-CAVI с поражением 1-го сосуда увеличивается на 16,3-17,5 %, 2-х сосудов – на 25 %, 3-х и более сосудов – на 25–27,5 %; R-k-CAVI с поражением 1-го сосуда увеличивается на 18,3 %, 2-х сосудов – на 23,9 %, 3-х и более сосудов – на 27,5 % по сравнению с ИБС без гемодинамически значимого поражения сосудов.

У больных ИБС без поражения коронарных сосудов, в возрасте от 40 до 55 лет, индекс жесткости САVI более 9 ед. был выявлен у 3 человек (2 мужчин и 1 женщина). Эти пациенты курили, ИМТ у них был больше 25 кг/м², холестерин сыворотки крови более 5,2 ммоль/л, у 1 больного в анамнезе было ОНМК.

При наличии гемодинамически значимых сужений коронарных сосудов у больных индекс САVI был больше 9 ед. Индекс жесткости САVI менее 9 ед. у больных ИБС с поражением 1-го и 2-х коронарных сосудов не был выявлен, с поражением 3 и более сосудов индекс жесткости САVI менее 9 ед. выявлен лишь у 1 человека. У больных ИБС в возрасте от

40 до 55 лет чувствительность индекса жесткости САVI в определении гемодинамически значимых бляшек в коронарных артериях составляет 75 %, а специфичность 93 %.

У больных ИБС в возрасте от 56 до 70 лет индексы жесткости сосудов и СРПВ как по эластическому, так и по мышечному типу имели более высокие значения (таб. 3).

Таблица 3

Показатели объемной сфигмографии у пациентов ИБС с различным количеством пораженных сосудов в возрасте от 56 до 70 лет

Показатели	Без поражения	1 сосуд	2 сосуда	3 и более сосуда	p
	n=17	n=20	n=13	n=26	
Возраст, лет	62,4±4,8	48,5±3,7	63,1±3,6	62,2±5,3	0,835
B-PWV (м/с)	8,0±1,1	7,7±1,3	8,5±0,9	8,9±1,1	0,004
R-PWV (м/с)	13,6±1,5	13,8±1,0	13,8±1,4	14,0±2,5	0,015
R-CAVI, ед.	8,8±0,6	9,6±0,3	10,0±0,7	10,4±0,7	0,000
L-CAVI, ед.	8,7±0,6	9,2±0,3	9,9±0,9	10,0±1,0	0,000
R-kCAVI, ед.	11,6±0,9	12,8±0,8	13,8±1,1	14,3±0,9	0,000

СРПВ по сосудам преимущественно мышечного типа у больных с поражением 3 и более сосудов увеличивалась на 11,3 % по сравнению с ИБС без поражения сосудов. СРПВ по сосудам эластического типа увеличивалась на 10,2 %. Особенно достоверно увеличивались индексы жесткости в возрасте от 56 до 70 лет по сравнению с ИБС без гемодинамически значимого поражения сосудов: R(L)-CAVI с поражением 1-го сосуда увеличивается на 5,7–9,1 %, 2-х сосудов – на 13,6–13,8 %, 3-х и более сосудов – на 14,9–18,2 %; R-k-CAVI с поражением 1-го сосуда по сравнению с ИБС без гемодинамически значимого поражения сосудов увеличивается на 10,3 %, 2-х сосудов – на 19 %, 3-х и более сосудов – на 23,3 %.

У больных ИБС без поражения коронарных сосудов в возрасте от 56 до 70 лет индекс жесткости САVI более 9 ед. был выявлен у 5 (29,5 %) человек из них 3 мужчин и 2 женщины. Эти пациенты курили, ИМТ у них был больше 25 кг/м², холестерин сыворотки крови более 5,2 ммоль/л, у 2 больных был в анамнезе ОНМК.

Индекс жесткости САVI менее 9 ед. у больных ИБС с поражением 1-ой и 2-х коронарных артерий был выявлен только у 1 человека, с поражением 3 и более сосудов индекс жесткости САVI менее 9 ед. не выявлен. У больных ИБС в возрасте от 56 до 70 лет чувствительность индекса жесткости САVI в определении гемодинамически значимых бляшек в коронарных артериях составляет 82 %, а специфичность 91 %.

Наши исследования показали, что у больных ИБС с наличием гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий индекс жесткости САVI был выше 9. Причем, с увеличением числа пораженных артерий индексы жесткости статистически достоверно повышаются. У больных с многососудистым поражением коронарных артерий индекс жесткости R-САVI был выше на 22,8 %, чем у больных, у которых не были выявлены гемодинамические стенозы коронарных артерий. В исследованиях Hirai T. (1989), Kingwell BA. (2002) показано, что у пациентов с ИБС имеется повышение жесткости артерий, а выраженность коронарного атеросклероза положительно коррелирует с ригидностью крупных сосудов. Японские исследователи показали, что при САVI более 9 ед. определяется высокий риск атеросклероза коронарных артерий [5–7]. Этот показатель рекомендуется не только для оценки жесткости сосудов, но и для определения степени выраженности атеросклеротического процесса. Установлено, что жесткость сосудов эластического типа, соответствующая этой величине, является тем пределом, после которого существенно нарушается демпфирующая функция магистральных сосудов [4, 9]. Нарушение демпфирующей функции приводит к повышению пульсового АД, как следствие нарушение растяжимости артерий, может влиять через возрастание САД и постнагрузки на левый желудочек. Хроническое повышение постнагрузки может привести к развитию гипертрофии левого желудочка и снижению оптимального соотношения кардиомиоцитов и капилляров в миокарде. Сопутствующее снижение ДАД способствует уменьшению коронарного кровотока и трансмуральной перфузии.

Особый интерес представляет изменение показателя kСАVI у больных с атеросклеротическим поражением коронарных сосудов. Важность этого показателя обусловлена тем, что он определяет состояние магистральных сосудов на участке, который в большей степени соответствует «золотому» стандарту определения СРПВ (каротидно-фemorальный метод). Величина индекса жесткости kСАVI у больных с гемодинамически значимыми поражениями коронарных артерий была больше 12 ед., она увеличивалась при увеличении количества пораженных артерий сердца. У больных с многососудистым поражением коронарных артерий индекс жесткости R-kСАVI был выше на 28,8 % по сравнению с больными без гемодинамических стенозов коронарных артерий. Таким образом, величина kСАVI более 12 ед. свидетельствует о высоком риске атеросклероза коронарных артерий.

Выводы

1. Объемная сфигмография с определением индексов жесткости САVI и kСАVI позволяет оценить истинную жесткость сосудистой стенки (индексы жесткости САVI) и выявлять больных с высоким риском атеросклеротического поражения коронарных артерий, с наличием атеросклеротических бляшек в сосудах нижних конечностей.

2. Жесткость сосудистой стенки ассоциируется с наличием и тяжестью коронарного атеросклероза. Признаком возможного атеросклероза коронарных артерий является величина сердечно-лодыжечного индекса жесткости (CAVI) более 9 ед. и сердечно-коленного индекса жесткости (kCAVI) более 12 ед. Этот метод может быть рекомендован для проведения скрининговых исследований.

Список литературы

1. Arnett D. K., Evans G. W., Riley W. A. Arterial stiffness: a new cardiovascular risk factor? // *Am J Epidemiol.* – 1994. – Vol. 15. – P. 669-682.
2. Boutouyrie P., Tropeano A.I., Asmar R. Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients // *Hypertension.* – 2002. – Vol. 39. – P. 10-15.
3. Brachial-ankle pulse wave velocity is a simple and independent predictors of prognosis in patients with acute coronary syndrome / H. Tomiyama, Y. Koji, M. Yambe et al. // *Circ J.* – 2005. – Vol. 69. – P. 815-822.
4. Hansen T., Staessen J., Pedersen T. Prognostic value of aortic pulse wave velocity as index of arterial stiffness in general population // *Circulation.* – 2006. – Vol. 113. – P. 664-70.
5. Kohji S., Utino J., Otsuka K. A novel blood pressure-independent arterial wall stiffness parameter; cardio-ankle-vascular index (CAVI) // *Atherosclerosis Thrombosis.* – 2006. – Vol. 13. – P. 101-107.
6. Kubota Y. Cardio-Ankle Vascular Index is a predictor of cardiovascular events // *Artery Res.* – 2011. – Vol. 5. – P. 91-96.
7. Laurent S., Cockcroft J., Van Bortel L. On behalf of the European Network of Non-invasive Investigation of large Arteries. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical application // *Eur. Heart J.* – 2006. – Vol. 27. – P. 2588-2605.
8. Oliver J. J., Webb D. J. Noninvasive assessment of arterial stiffness and risk of atherosclerotic events. // *Arterioscler. Tromb. Vasc. Biol.* – 2003. – Vol. 23. – P. 554-566.
9. Shirai K. Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI) as a Novel Indicator of Arterial Stiffness: Theory, Evidence and Perspectives // *J Atheroscler Thromb.* – 2011. – Vol. 18. – P. 924-939.

Рецензенты:

Михалик Д. С., д-р мед. наук, зав. кафедрой терапии педиатрического и стоматологического факультетов ГБОУ ВПО СГМА Министерства здравоохранения РФ, г. Смоленск.

Хибин Л. С., д-р мед. наук, профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней ГБОУ ВПО СГМА Министерства здравоохранения РФ, г. Смоленск.