

ISSN 2225-6016

ВЕСТНИК

*Смоленской государственной
медицинской академии*

Том 16, №2

2017



УДК 616.13-072.7

ОБЪЕМНАЯ СФИГМОГРАФИЯ – ОДИН ИЗ ЗНАЧИМЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ У БОЛЬНЫХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

© Погодина М.В., Милягина И.В.

Смоленский государственный медицинский университет, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28

Резюме: В настоящее время артериальная жесткость используется для анализа гемодинамических изменений, наблюдаемых при различных клинических состояниях, для лучшего понимания патогенеза сердечно-сосудистых заболеваний, их профилактики и лечения. До недавнего времени отсутствовали неинвазивные и доступные методы диагностики жесткости сосудистой стенки. В России исследования в этом плане начались лишь в последние годы. Целью публикации явилось описание одного из таких методов – метода объемной сфигмографии на аппарате VaSera VS1000 (фирма Fukuda Denshi, Япония). Метод используется для определения скорости распространения пульсовой волны и ряда других показателей, которые отражают состояние сосудистой стенки и служат косвенными показателями артериосклероза и атеросклероза.

Как известно, существует множество факторов риска, влияющих на артериальную жесткость и сердечно-сосудистое ремоделирование. Наиболее мощным из них является сахарный диабет 2 типа. Метаболические отклонения, связанные с СД, такие как гипергликемия, инсулинорезистентность, дислипидемия, окислительный стресс, вызывают молекулярные изменения, которые приводят к эндотелиальной дисфункции и нарушениям в системе гемостаза и, как следствие, к развитию и прогрессированию атеросклероза и сердечно-сосудистым осложнениям. Именно поэтому данное исследование проводилось среди пациентов с сахарным диабетом 2 типа в сравнении с контрольной группой практически здоровых людей. Кроме того, 85,3% пациентов с сахарным диабетом 2 типа имели артериальную гипертензию.

Ключевые слова: артериальная жесткость, сердечно-сосудистое ремоделирование, объемная сфигмография, сахарный диабет, скорость распространения пульсовой волны, атеросклероз

VOLUME SPHYGMOGRAPHY IS ONE OF THE MOST IMPORTANT METHODS FOR THE DETERMINATION OF ARTERIAL STIFFNESS AT THE PATIENTS OF THERAPEUTIC PROFILE

Pogodina M.V., Milyagina I.V.

Smolensk State Medical University, Russia, 214019, Smolensk, Krupskaya St., 28

Summary: arterial stiffness is currently used to analyze the hemodynamic changes observed in various clinical conditions, for a better understanding of the pathogenesis of cardiovascular diseases, their prevention and treatment. Until recently there was no non-invasive and available methods of diagnosis of vascular wall stiffness. In Russia, the research in this regard started only in recent years. The aim of this publication was to describe one of such methods – the method of volumetric sphygmography with the device VaSera VS1000 (Fukuda Denshi, Japan). It is used for determining the velocity of the pulse wave and a number of other indicators that reflect the state of the vascular wall and serve as indirect indicators of arteriosclerosis and atherosclerosis.

It is known that there are many risk factors affecting arterial stiffness and cardiovascular remodeling. The most powerful of them is diabetes type 2 diabetes. Metabolic abnormalities associated with diabetes, such as hyperglycemia, insulin resistance, dyslipidemia and oxidative stress cause molecular changes that lead to the endothelial dysfunction and disturbances in the haemostatic system and, consequently, to the development and progression of atherosclerosis and cardiovascular complications. Therefore, this study was conducted among patients with diabetes mellitus type 2 in comparison with the control group of practically healthy people. In addition, 85.3% of patients with diabetes type 2 diabetes had arterial hypertension.

Key words: arterial stiffness, cardiovascular remodeling, volume sphygmography, diabetes mellitus, pulse wave velocity, atherosclerosis

Введение

Определение интегральных показателей сердечно-сосудистого риска, которые отражают реализованное воздействие отрицательных факторов на организм человека в течение жизни,

является основой борьбы с сердечно-сосудистыми осложнениями и позволяет выявить пациентов с высокой вероятностью их развития и осуществить профилактические мероприятия. В этом аспекте особый интерес представляет определение артериальной жесткости, которая отражает развитие артериосклероза и атеросклероза с образованием фиброзно-атеросклеротических бляшек и окклюзией сосудов [1, 4, 5]. Как известно, сахарный диабет (СД) является одним из ведущих факторов развития дегенеративных изменений в сосудистой стенке, повышения ее жесткости в результате образования неферментных сшивок и нарушения структуры эластина [2]. Это способствует более раннему развитию у этих больных не только артериосклероза, но и атеросклероза, ишемической болезни сердца [6]. Поэтому очень важно установить у больных СД не только степень ремоделирования магистральных сосудов, но и определить формирование у них атеросклероза еще на доклинической стадии.

В клинической практике все большее распространение находит метод объемной сфигмографии, который позволяет проводить контурный анализ пульсовой волны и оценить целый ряд показателей, характеризующих состояние сосудистой стенки [3, 7]. Нами изучена возможность использования объемного сфигмографа VaSera не только для оценки жесткости артериальной стенки, но и возможности выявления атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей.

Методика

Оценка возможности использования метода объемной сфигмографии для доклинической диагностики атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей осуществлялась у больных сахарным диабетом, у которых, как известно, наиболее рано развивается атеросклероз. В исследование были включены 136 пациентов с СД 2 типа, средний возраст $53,7 \pm 0,74$ года. Длительность СД составила в среднем $10,4 \pm 1,59$ лет. У 85,3% больных этой группы имелась артериальная гипертония (АГ). Избыточная масса тела определена в 27% случаев, 62,5 % пациентов имели ожирение различной степени. Пациенты имели осложнения в виде диабетической микро- и макроангиопатии: диабетическая нефропатия была выявлена у 8,7% пациентов, диабетическая ретинопатия у 15,6%; поражение артерий нижних конечностей – у 11,3%. ИБС была выявлена у 18 (13,2%) больных. ОНМК в анамнезе имели 5 пациентов (3,7%). Уровень глюкозы натощак – $9,2 \pm 0,39$ ммоль/л, глюкозы сыворотки крови $11,2 \pm 0,51$ ммоль/л, уровень общего холестерина сыворотки крови $6,1 \pm 0,17$ ммоль/л. Контрольную группу составили 150 практически здоровых людей (70 мужчин и 80 женщин), средний возраст $52,1 \pm 1,4$ лет, средний ИМТ $24,3 \pm 0,28$ кг/м².

Для оценки состояния сосудистой системы проводилось исследование на аппарате VaSera VS1000 (фирма Fukuda Denshi, Япония). Аппарат автоматически измеряет на верхних и нижних конечностях артериальное давление (АД) осциллометрическим методом, автоматически определяет лодыжечно-плечевой индекс (ABI), отражающий степень стеноза или окклюзии артерий на нижних конечностях справа (R-ABI) и слева (L-ABI). С помощью объемной сфигмографии регистрируются пульсовые волны, осуществляется синхронная запись ЭКГ, ФКГ, рассчитывается плече-лодыжечная скорость пульсовой волны справа и слева (R/L-PWV), отражающая жесткость сосудов преимущественно эластического типа и сердечно-плечевую скорость пульсовой волны (B-PWV), отражающую жесткость сосудов мышечного типов, время подъема пульсовой волны (отражают степень стеноза или окклюзии артерий на правой и левой руке (R/LB-UT) и на правой и левой ноге (R/LA-UT), индекс прироста (аугментации) (AI) и ряд других показателей. Пациентам предварительно проводились общеклиническое и физическое обследование.

Полученные в ходе исследования результаты, обработаны статистически. Данные выражались в виде: средняя (M) стандартное отклонение (SD). Для определения статистической значимости различий непрерывных величин, в зависимости от типа распределения, использовались критерий t Стьюдента (при параметрическом распределении) и критерии Колмогорова-Смирнова, U-критерий Манн-Уитни (при непараметрическом). Для оценки корреляционной связи количественных признаков применялись методы линейной регрессии и корреляционный анализ (коэффициент корреляции Пирсона, Спирмена). Различия и корреляционные связи считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и обсуждение

По сравнению с пациентами контрольной группы пациенты с СД 2 типа имели гораздо более высокие цифры артериального давления. Так, на верхних конечностях уровень САД был на 23,3%, ДАД на 19,8%; на нижних конечностях САД на 20,8%, ДАД на 19,9% выше, чем у пациентов

контрольной группы того же возраста. Уровень ПАД на верхних конечностях был повышен на 27,6%, среднее гемодинамическое давление на 23,9%. На нижних конечностях ПАД было выше на 22%, СрАД – на 22,5%. Показатели основных видов АД у больных СД в сравнении с контрольной группой представлены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели основных видов АД (в мм рт.ст.) у больных артериальной гипертонией в сравнении с контрольной группой (M±m)

Показатели	Контроль (n=150)	СД 2 (n=136)	p (t-test)
Возраст	52,1±1,4	53,8±0,7	0,51
ИМТ (кг/м ²)	24,9±0,4	31,6±0,5	0,0000
САД – правая рука	127,4±0,7	157,1±1,9	0,0000
ДАД – правая рука	79,8±0,5	95,6±1,1	0,0000
ПАД – правая рука	48,1±0,5	61,4±1,2	0,001
СрАД – правая рука	97,2±0,8	120,4±1,8	0,0000
САД – правая нога	143,9±1,2	173,9±2,1	0,0000
ДАД – правая нога	75,1±0,8	90,1±1,1	0,0000
ПАД – правая нога	68,6±1,3	83,7±1,4	0,0000
СрАД – правая нога	98,5±1,5	120,7±1,4	0,0000

Примечание: САД – систолическое, ДАД – диастолическое, ПАД – пульсовое, СрАД – среднее АД

Таким образом, у больных СД 2 типа, кроме специфического фактора – нарушений углеводного обмена, которые приводят к образованию неферментных сшивок и нарушению структуры эластина, в результате чего увеличивается жесткость сосудистой стенки [2, 6], повышается уровень АД, что сопровождается повреждением сосудистой стенки, разрушением эластина, повышением образования коллагена и дополнительным увеличением жесткости сосудов [1].

Показатели объемной сфигмографии у больных сахарным диабетом по сравнению с практически здоровыми лицами представлены в табл. 2. Полученные результаты свидетельствуют о значительном повышении жесткости сосудов у больных СД 2 типа. По сравнению с пациентами контрольной группы у больных СД 2 типа цифры PWV по сосудам преимущественно эластического типа повышены на 18,9% и 18,1% (R-PWV и L-PWV соответственно), по сосудам мышечного типа (B-PWV) на 8,7%. У большинства обследованных больных с СД 2 типа – 89 человек (65,4%) показатели R (L)-PWV были выше 14 м/с, а у 33 (24,3%) больных даже более 17 м/с. У ряда больных СД 2 типа определялась асимметрия показателей жесткости сосудов преимущественно эластического типа с правой и с левой стороны. Это связано с тем, что при развитии атеросклеротических бляшек происходит сужение магистральных артерий и это приводит к снижению уровня артериального давления ниже очага поражения и снижению величины скорости пульсовой волны на стороне атеросклеротической бляшки [1]. Поэтому величины лодыжечно-плечевой скорости пульсовой волны у больных с показателем лодыжечно-плечевого индекса менее 0,9 не учитываются (ложно-заниженные результаты). При этом диагностическая ценность этого метода даже повышается, появляется возможность определять не только степень жесткости сосудов, но и выявлять наличие атеросклеротических бляшек.

Таблица 2. Показатели объемной сфигмографии у больных СД 2 типа в сравнении с контрольной группой (M±m)

Показатели	Контроль (n=150)	СД 2 (n=136)	p (t-test)
Возраст	52,1±1,4	53,8±0,7	0,51
B-PWV (м/с)	6,9±0,1	7,5±0,1	0,01
R-PWV (м/с)	13,2±0,2	15,7±0,3	0,0000
L-PWV (м/с)	13,2±0,2	15,6±0,3	0,0000
R-ABI	1,11±0,01	1,01±0,01	0,04
L-ABI	1,12±0,01	1,03±0,01	0,05

Примечание: B-PWV – скорость пульсовой волны по сосудам мышечного типа, R-PWV – скорость пульсовой волны по сосудам преимущественно эластического типа справа, L-PWV – скорость пульсовой волны по сосудам преимущественно эластического типа слева

Таким образом, лодыжечно-плечевой систолический индекс (R-ABI, L-ABI) используется для выявления атеросклеротических бляшек в магистральных артериях нижних конечностей [7]. Его величина характеризует степень снижения САД в лодыжечных артериях (в качестве сравнения

используется величина САД в брахиальной артерии), при этом не только свидетельствует о поражении сосудов нижних конечностей, но и отражают степень сужения артерий нижних конечностей. У больных СД 2 типа чаще обычного отмечали снижение ABI. Лодыжечно-плечевой индекс ниже 0,9 был выявлен у 11,3% пациентов, что говорит о наличии у них стеноза сосудов нижних конечностей. Во всех случаях поражения нижних конечностей величины ABI были асимметричными, что отражает разную степень сужения артерий. Необходимо отметить, что показатели скорости пульсовой волны во всех этих случаях также были разными - ниже на стороне более пораженной конечности. Степень клинических проявлений соответствовала степени снижения ABI. Несмотря на диагностическую значимость, снижение лодыжечно-плечевого индекса менее 0,9 служило свидетельством заниженных показателей жесткости R/L-PWV у этих больных. Однако при этом не уменьшается значение этого метода в оценке жесткости сосудистой стенки, а появляется возможность диагностировать следующую стадию патологического процесса – развитие атеросклеротического сужения артерий. В этом случае у больных при ультразвуковом исследовании нижних конечностей выявлялись атеросклеротические бляшки.

Дополнительным критерием сужения магистральных артерий (развития атеросклеротических бляшек) является еще один показатель – увеличение времени подъема пульсовой волны (UT) [4] (табл. 3).

Таблица 3. Средние показатели контурного анализа пульсовой волны пациентов СД 2 типа по сравнению с контрольной группой

Показатели	Контроль (n=150)	СД 2 (n=136)	%	p (t-test)
RB-UT (мс)	141,1±2,6	172,9±3,3	22,5	0,0000
LB-UT (мс)	142,2±2,6	172,5±3,3	21,3	0,0000
RA-UT (мс)	129,9±1,1	138,7±1,9	6,8	0,0000
LA-UT (мс)	130,7±1,1	139,9±1,9	7,1	0,0000

Примечание: RB-UT – время подъема пульсовой волны на правом плече, LB-UT – время подъема пульсовой волны на левом плече, RA-UT – время подъема пульсовой волны на правой лодыжке, LA-UT – время подъема пульсовой волны на левой лодыжке

У больных СД по сравнению с контрольной группой у пациентов было увеличено время подъема пульсовой волны. Статистически достоверно изменилось время подъема систолической волны на верхних и нижних конечностях ($p < 0,01$). Время подъема пульсовой волны у пациентов с СД на верхних конечностях было выше на 22,5% справа и на 21,3% слева. Разница между показателями на нижних конечностях несколько ниже. Полученные показатели свидетельствуют, что у больных СД 2 типа выявляется сужение артерий не только на нижних, но и на верхних конечностях.

Как известно, показатели жесткости (старения) сосудов зависят от возраста [1, 5]. Нами проанализирована зависимость величин плече-лодыжечной и сердечно-плечевой скорости пульсовой волны от возраста (табл. 4).

Таблица 4. Показатели жесткости сосудов у пациентов с СД 2 в зависимости от возраста (M±m)

Показатели	Возрастные группы				p (ANOVA)
	33-42 (n=10)	43-52 (n=51)	53-62 (n=54)	63-80 (n=21)	
B-PWV (м/с)	6,04±0,7	7,08±0,2	7,9±0,2	8,2±0,3	0,01
PWV(м/с)	13,2±0,6	14,2±0,2	16,4±0,4	18,9±0,9	0,0000
L-PWV(м/с)	13,03±0,5	14,1±0,2	16,1±0,4	19,1±1,1	0,0000
R-AI	0,9±0,05	1,04±0,03	1,06±0,03	1,06±0,03	0,05

Для определения зависимости между возрастом пациентов, страдающих СД 2 типа, и показателями скорости распространения пульсовой волны был проведен регрессионный анализ (рис.).

В ходе сопоставления данных, была выявлена линейная зависимость (y) между показателями плече-лодыжечной скорости пульсовой волны и возрастом (X): $y = 14,320 + 0,209 \times X + \text{eps}$. На каждый год жизни больных с сахарным диабетом R-PWV увеличивался на 0,205 м/с, ($p = 0,0000$, $r = 0,54$), в то время как у пациентов контрольной группы лишь на 0,101 м/с.

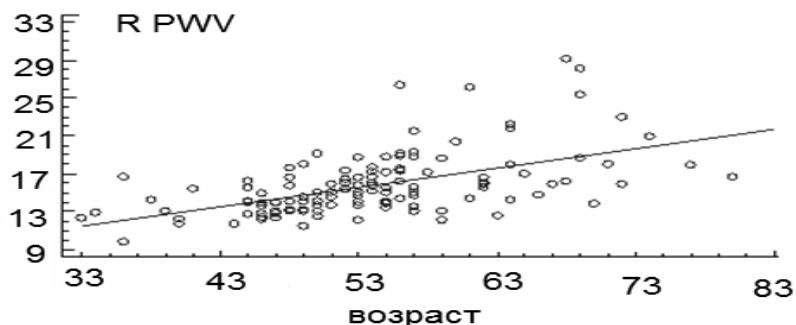


Рис. Линейная зависимость R PWV от возраста у пациентов СД 2

Заключение

Проведенное исследование показало, что сахарный диабет является важным фактором, повышающим жесткость магистральных сосудов, вызывающим ускоренное сосудистое старение и способствующим развитию атеросклероза. Метод объемной сфигмографии на аппарате VaSera-1000 позволяет определить плече-лодыжечную скорость пульсовой волны, характеризующую степень жесткости магистральных сосудов, отражающей диффузный артериосклеротический процесс в аорте и других магистральных артериях, это является важным фактором снижения демпфирующей функции артерий, в результате чего энергия сердца в должной мере не переводится с систолы на диастолу, увеличивается пульсовое давление – важный фактор риска сердечно-сосудистых осложнений. Контурный анализ пульсовой волны и англо-брахиальный индекс позволяют определить наличие и степень развития атеросклероза, наличие очаговых атеросклеротических бляшек, суживающих просвет магистральных артерий нижних конечностей. Признаками наличия атеросклеротических бляшек является снижение англо-брахиального индекса меньше 0,9 на стороне поражения, более низкий уровень систолического АД на стороне поражения, чем на противоположной ноге и на руках, более низкая скорость пульсовой волны на стороне поражения по сравнению с противоположной стороной, увеличение времени подъема пульсовой волны. При двухстороннем поражении показатели, характеризующие наличие стеноза, будут соответствующим образом изменены с двух сторон. Для оценки скорости пульсовой волны в этом случае целесообразно использовать полученные нами показатели R/L-PWV у больных СД 2 типа в различных возрастных группах.

Следует учесть, что при отсутствии сужения магистральных артерий нижних конечностей уровень САД на ногах должен быть выше, чем на руках, поэтому при англо-брахиальном индексе менее 1,0 (0,99-0,90), когда уровень САД ниже на ногах, чем на руках, уже можно подозревать наличие атеросклеротических бляшек, особенно при разных показателях на двух ногах, в этом случае необходимо определить наличие других признаков начального сужения сосудов: снижение САД, снижение величины PWV, увеличение времени подъема пульсовой волны (UT) на стороне поражения. При наличии этих признаков имеется высокая вероятность наличия атеросклеротических бляшек и начального сужения сосудов, больному необходимо рекомендовать ультразвуковое исследование сосудов нижних конечностей для уточнения диагноза.

Таким образом, можно заключить, что метод объемной сфигмографии на аппарате VaSera-1000 позволяет не только оценить степень ремоделирования (старения) магистральных артерий, но и выявить атеросклеротическое поражение артерий, наличие атеросклеротических бляшек, суживающих артерии нижних конечностей.

Литература

1. Васюк Ю.А., Иванова С.В., Школьник Е.Л. и др. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2016. – Т.15, №2. – С. 204. [Vasyuk YU.A., Ivanova S.V., Shkol'nik E.L. i dr. // *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. Cardiovascular Therapy and Prevention. – 2016. – Т.15, N2. – P. 204. (in Russian)]
2. Королев В.А. Оценка показателей гликированного гемоглобина как математической модели // Клиническая лабораторная диагностика. – 2005. – №12. – С. 13-19. [Korolev V.A. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. Clinical Laboratory Diagnostics. – 2005. – N12. – P. 13-19. (in Russian)]
3. Назарова О.А., Масленникова О.М., Фомин Ф.Ю. Оценка эластических свойств сосудов в клинике внутренних болезней // Вестник Ивановской медицинской академии. – 2011. – Т.16, специальный

- выпуск. – С. 96. [Nazarova O.A., Maslennikova O.M., Fomin F.YU. *Vestnik Ivanovskoy medicinskoj akademii*. Bulletin of the Ivanovo Medical Academy. – 2011. – Т.16, Sp.iss. – P. 96. (in Russian)]
4. Van Bortel L.M., Laurent S., Boutouyrie P. et al. Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity // *Journal of Hypertension*. – 2012. – V.30. – P. 445-448.
 5. Van Popele N., Grobbee D., Bots M. et al. Association between arterial stiffness and atherosclerosis: the Rotterdam study // *Stroke*. – 2001. – V.32. – P. 454-460.
 6. Taniwaki H., Kawagishi T., Emoto M. et al. Correlation between the intima-media thickness of the carotid artery and aortic pulse-wave velocity in patients with type 2 diabetes // *Diabetes Care*. – 1999. – V.22, N11. – P. 1851-1856.
 7. Yamashina A., Tomiyama H., Takeda K. et al. Validity, reproducibility and clinical significance noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement // *Hypertension Research*. – 2002. – V.25. – P. 359-364.

Информация об авторах

Погодина Мария Валерьевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапии педиатрического и стоматологического факультетов ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: mgrekova@rambler.ru

Милягина Ирина Викторовна – доктор медицинских наук, доцент кафедры эндокринологии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: milyagina_iv70@mail.ru