

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

ДЕТЕРМИНАНТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО АОРТАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ, ЕГО АМПЛИФИКАЦИИ И АУГМЕНТАЦИИ В ОБЩЕЙ ПОПУЛЯЦИИ НОВОСИБИРСКА

Е.Е. Цветкова, А.А. Кузнецов, Д.В. Денисова, Ю.И. Рагино, М.И. Воевода

*ФГБНУ НИИ терапии и профилактической медицины
630089, г. Новосибирск, ул. Бориса Богаткова, 175/1*

Цель исследования. В настоящее время возрастает внимание к параметрам центрального аортального давления (цАД). Представляет интерес изучение ассоциации цАД, его амплификации и аугментации с рядом метаболических показателей в общей популяции Новосибирска. **Материал и методы.** Обследовано 327 человек: 155 мужчин и 172 женщины в возрасте 25–44 лет из репрезентативной выборки из общей популяции жителей Новосибирска. Программа исследования включала антропометрию, измерение артериального давления, биохимический анализ крови. Показатели центральной гемодинамики определяли с помощью системы SphygmoCor. Компоненты метаболического синдрома выделяли согласно критериям ВНОК-2009. Применяли методы описательной статистики и анализ данных в общей линейной модели (GLM). **Результаты.** Систолическое цАД ассоциировалось с окружностью талии, уровнем триглицеридов и глюкозы крови независимо от других метаболических показателей, пола, возраста, роста и частоты сердечных сокращений (ЧСС). Значимыми независимыми детерминантами диастолического цАД являлись окружность талии, уровень триглицеридов, глюкозы крови, холестерина липопротеинов низкой плотности. С уровнем триглицеридов сыворотки крови также ассоциировались центральное давление аугментации, ЧСС-корригированное центральное давление аугментации и неаугментированная амплификация систолического давления. Центральная аортальная гипертензия ассоциировалась с абдоминальным ожирением и гипертриглицеридемией независимо от других компонентов метаболического синдрома, пола, возраста, роста и ЧСС. Центральное аортальное давление у лиц с абдоминальным ожирением составило 109/79 мм рт. ст., у лиц с гипертриглицеридемией – 110/78 мм рт. ст. **Заключение.** В общей популяции жителей Новосибирска 25–44 лет независимыми детерминантами центрального аортального давления оказались окружность талии, уровень триглицеридов, холестерина липопротеинов низкой плотности и глюкозы крови. С уровнем триглицеридов также были независимо связаны центральное давление аугментации, ЧСС-корригированное центральное давление аугментации и неаугментированная амплификация систолического давления. Центральная аортальная гипертензия независимо ассоциировалась с абдоминальным ожирением и гипертриглицеридемией.

Ключевые слова: центральное аортальное давление, аугментация, амплификация, метаболический синдром.

Цветкова Екатерина Евгеньевна – младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований терапевтических заболеваний, e-mail: TL-OXA@mail.ru

Кузнецов Александр Александрович – д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований терапевтических заболеваний, e-mail: kuznetsoviimed@gmail.com

Денисова Диана Вахтанговна – д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории профилактической медицины, e-mail: office@iimed.ru

Рагино Юлия Игоревна – д-р мед. наук, член-кор. РАН, зам. директора, зав. лабораторией клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, e-mail: office@iimed.ru

Воевода Михаил Иванович – д-р мед. наук, проф., академик РАН, директор, e-mail: office@iimed.ru

Известно, что артериальное давление (АД), измеренное в плечевой артерии, отличается от центрального аортального давления (цАД), и значения цАД могут существенно отличаться у лиц со сходными значениями периферического АД [1–3].

Форма волны артериального давления различна в зависимости от места ее регистрации. Согласно европейским рекомендациям по лечению артериальной гипертензии, форму волны АД следует анализировать на центральном уровне, в восходящей аорте, так как она отражает истинную нагрузку, приходящуюся на сердце, головной мозг, почки и крупные артерии [4]. Анализ формы волны аортального давления позволяет количественно оценить центральное артериальное давление, давление аугментации, индекс аугментации.

В настоящее время изучаются перспективы использования цАД как предиктора атеросклеротического поражения артерий и сердечно-сосудистых событий. Накопленные данные противоречивы и в основном получены на селективных выборках или клинических группах.

Достаточно известна зависимость параметров цАД от пола, возраста, антропометрических показателей, особенно роста, а также от ЧСС [5–8].

Показана связь цАД, центрального индекса аугментации с метаболическими нарушениями [9–13].

Представляет интерес изучение ассоциации цАД, его амплификации и аугментации с рядом метаболических показателей, а также вышеуказанных известных детерминант в общей популяции Новосибирска.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 327 человек: 155 мужчин и 172 женщины в возрасте 25–44 лет из репрезентативной выборки из общей популяции жителей Новосибирска, включенные в исследование в период с марта 2014 г. по май 2015 г. Выборка сформирована при помощи таблицы случайных чисел из жителей Октябрьского района г. Новосибирска.

Программа исследования включала антропometriю, измерение артериального давления, биохимический анализ крови.

Показатели центральной гемодинамики определяли методом аппланационной тонометрии радиальной артерии с помощью системы SphygmoCor (AtCor Medical, Австралия). С целью калибровки системы использовали артериальное давление в плечевой артерии, измеренное автоматическим сфигмоманометром Omron

HEM-9000AI (Omron, Япония). Дополнительно рассчитывали амплификацию систолического давления как разницу между брахиальным систолическим АД и центральным систолическим АД [14], амплификацию пульсового давления – как разницу между брахиальным пульсовым давлением и центральным пульсовым давлением, неаугментированную амплификацию систолического давления – как разницу между значением периферического давления в точке первого систолического пика и значением центрального давления в точке первого систолического пика [14]. Исследование проводили в первой половине дня, за 30 мин до начала исключались физические и психологические нагрузки, курение и употребление тонизирующих напитков.

Компоненты метаболического синдрома выделяли согласно критериям ВНОК 2009 г.

При анализе данных использовали методы описательной статистики и общую линейную модель (GLM). Результаты представлены в виде среднего значения с мерой вариации в виде ошибки средней. При интерпретации статистических тестов максимальной вероятностью ошибки (минимальный уровень значимости) считали значение $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Контролируемые в исследовании, статистическом анализе показатели приведены в табл. 1. В табл. 2 представлены результаты тестирования ассоциации параметров цАД, его амплификации и аугментации с метаболическими показателями, а также с полом, возрастом, ростом и частотой сердечных сокращений (ЧСС) в мультивариативной общей линейной модели (GLM).

Систолическое цАД ассоциировалось с окружностью талии, уровнем триглицеридов и глюкозы крови независимо от других метаболических показателей, пола, возраста, роста и ЧСС. Значимыми независимыми детерминантами диастолического цАД являлись окружность талии, уровень триглицеридов, глюкозы крови, холестерина липопротеинов низкой плотности. С уровнем триглицеридов сыворотки крови также ассоциировались центральное давление аугментации, ЧСС-корректированное центральное давление аугментации и неаугментированная амплификация систолического давления. Схожие результаты получены в исследовании, в котором у условно здоровых лиц с факторами риска, а также у лиц с артериальной гипертензией изучалась взаимосвязь показателей жесткости сосудистой стенки, в частности центрального давления, с различными сердечно-сосудистыми факторами риска [15].

Контролируемые в исследовании показатели

Контролируемый показатель	n	%	Me	SE
Пол, мужчины/женщины	155/172	47/53		
Возраст, годы			35,76	0,30
Рост, см			170,98	0,56
ОТ, см			85,10	0,81
ОТ ≤/ > 80/94 см	201/126	61/39		
ЧСС, уд/мин			70,60	0,57
цСАД, мм рт. ст.			102,96	0,79
цДАД, мм рт. ст.			74,08	0,62
цПД, мм рт. ст.			28,88	0,34
цАД, ≤/ > 130/90 мм рт. ст.	300/27	92/8		
цАД, ≤/ > 124/90 мм рт. ст.	296/31	91/9		
ОА, %			147,09	1,03
АПД, мм рт. ст.			13,09	0,27
АСД, мм рт. ст.			11,96	0,27
НАСД, мм рт. ст.			16,91	0,19
цДА, мм рт. ст.			4,94	0,24
цДА _{корр} , мм рт. ст.			4,11	0,22
цИА ₁ , %			16,05	0,68
цИА _{1,корр} , %			13,98	0,67
цИА ₂			121,72	1,03
ТГ, ммоль/л			1,24	0,05
ТГ ≤/ > 1,7 ммоль/л	263/64	80/20		
ХС ЛПВП, ммоль/л			1,31	0,02
ХС ЛПВП ≥/ < 1,0/1,2 ммоль/л	248/79	76/24		
ХС ЛПНП, ммоль/л			3,38	0,05
ХС ЛПНП ≤/ > 3,0 ммоль/л	113/214	35/65		
Глюкоза крови, ммоль/л			5,69	0,04
Глюкоза крови ≤/ > 6,1 ммоль/л	276/51	84/16		

Примечание. Здесь и в табл. 2 и 3 число обследованных – 327 человек. Me – среднее значение; SE – стандартная ошибка; n – число наблюдений; % – доля в процентах. ОТ – окружность талии; цСАД – центральное систолическое артериальное давление; цДАД – центральное диастолическое артериальное давление; цПД – центральное пульсовое давление; цАД – центральное аортальное давление; ОА – отношение амплификации пульсового давления лучевое/центральное; АПД – амплификация пульсового давления; АСД – амплификация систолического давления; НАСД – неаугментированная амплификация систолического давления; цДА – центральное давление аугментации; цДА_{корр} – ЧСС-корригированное центральное давление аугментации; цИА₁ – центральный индекс аугментации (цДА/цПД); цИА_{1,корр} – ЧСС-корригированный центральный индекс аугментации; цИА₂ – центральный индекс аугментации (цД₂/цД₁); где цД₁ – центральное давление в точке первого систолического пика; цД₂ – центральное давление в точке второго систолического пика); ТГ – триглицериды; ХС ЛПВП – холестерин липопротеинов высокой плотности; ХС ЛПНП – холестерин липопротеинов низкой плотности.

Результаты анализа связи центральной аортальной гипертензии, определенной по предложенным на сегодня критериям: цАД >130/90 мм рт. ст. [16] и цАД >124/90 мм рт. ст. [17], с компонентами метаболического синдрома приведены в табл. 3. Центральная аортальная гипертензия ассоциировалась с абдоминальным ожирением и гипертриглицеридемией незави-

симо от других компонентов метаболического синдрома, а также пола, возраста, роста и ЧСС.

цАД в группах лиц с наличием и отсутствием абдоминального ожирения и гипертриглицеридемии, стандартизованное на влияние остальных переменных модели, можно оценить на рис. 1 и 2. цАД у лиц с абдоминальным ожирением составило 109,2±1,3/

Таблица 2

Показатели ассоциации параметров центрального аортального давления, его амплификации и аугментации с метаболическими показателями, а также с полом, возрастом, ростом и ЧСС

Показатель	Пол	Возраст	Рост	ЧСС	ОТ		ТГ, ммоль/л		ХС ЛПВП		ХС ЛПНП		Глюкоза	
					F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
цСАД	+	+	-	-	45,6	0,000000000070	14,5	0,00017	-	-	-	-	5,9	0,016
цДАД	+	+	-	+	35,7	0,00000000063	9,1	0,0027	-	-	4,8	0,029	5,2	0,023
цПД	+	+	+	+	19,6	0,000013	9,5	0,0022	-	-	-	-	-	-
ОА	+	+	+	+	11,5	0,00078	-	-	-	-	-	-	-	-
АПД	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
АСД	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
наСД	+	-	-	-	6,0	0,015	7,0	0,0086	-	-	-	-	-	-
цДА	-	+	+	+	5,4	0,021	4,0	0,046	-	-	-	-	-	-
цДА _{корр}	-	+	+	*	5,6	0,019	6,8	0,010	-	-	-	-	-	-
цИА ₁	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
цИА _{1,корр}	+	+	+	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
цИА ₂	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. + – статистически значимая связь ($p < 0,05$); F – критерий Фишера; p – уровень значимости. * – ЧСС в модель не вводилась, так как данный показатель уже стандартизирован на влияние ЧСС.

78,6±0,9 мм рт. ст., без абдоминального ожирения – 103,4±1,3/74,2±1,0 мм рт. ст. ($p = 0,00007$ для систолического цАД; $p = 0,00009$ для диастолического цАД). Центральное аортальное давление в группе лиц с гипертриглицеридемией

ей составило 109,8±1,7/78,2±1,2 мм рт. ст., без гипертриглицеридемии – 102,8±1,1/74,5±0,8 мм рт. ст. ($p = 0,00009$ для систолического цАД; $p = 0,005$ для диастолического цАД).

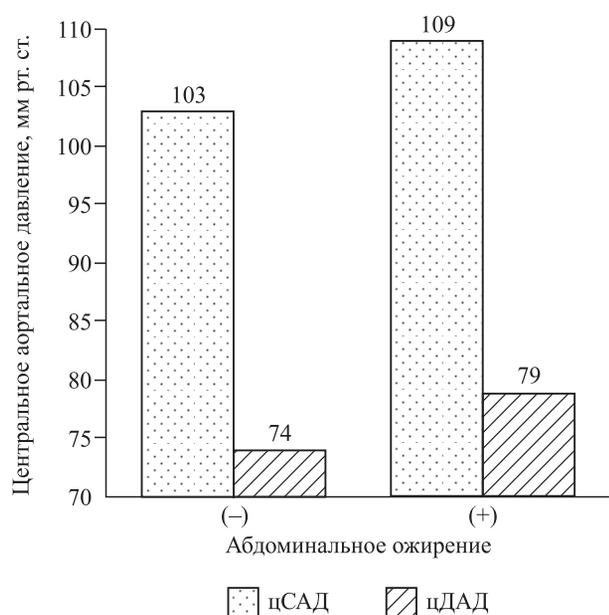


Рис. 1. Средние систолическое и диастолическое центральное аортальное давление у лиц с абдоминальным ожирением и без него, стандартизированные на остальные переменные модели, контролируемые в исследовании ($p = 0,00007$ для систолического цАД; $p = 0,00009$ для диастолического цАД).

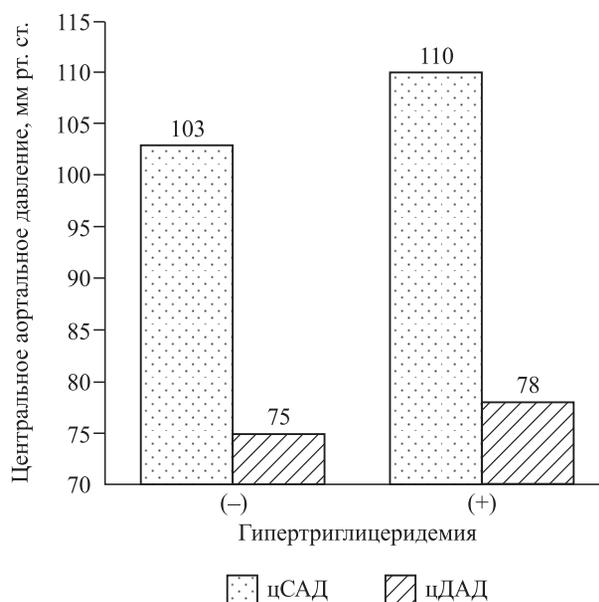


Рис. 2. Средние систолическое и диастолическое центральное аортальное давление у лиц с гипертриглицеридемией и без нее, стандартизированные на остальные переменные модели, контролируемые в исследовании ($p = 0,00009$ для систолического цАД; $p = 0,005$ для диастолического цАД).

Показатели ассоциации центральной аортальной гипертензии с компонентами метаболического синдрома, полом, возрастом, ростом и ЧСС

Показатель	Пол	Возраст	Рост	ЧСС	ОТ >80/94 см		ТГ >1,7 ммоль/л		ХС ЛПВП <1,0/1,2 ммоль/л		ХС ЛПНП >3,0 ммоль/л		Глюкоза крови >6,1 ммоль/л	
					F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
САД >130/90 мм рт. ст.	+	-	-	+	3,9	0,048*	9,3	0,0025	-	-	-	-	-	-
САД >124/90 мм рт. ст.	-	-	-	+	4,3	0,038	15,1	0,00013	-	-	-	-	-	-

Примечание. + – статистически значимая связь ($p < 0,05$); F – критерий Фишера; p – уровень значимости; * – связь центральной аортальной гипертензии с абдоминальным ожирением оставалась статистически достоверной даже при добавлении в модель переменной периферической артериальной гипертензии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В общей популяции жителей Новосибирска 25–44 лет независимыми детерминантами центрального аортального давления оказались окружность талии, уровень триглицеридов, холестерина липопротеинов низкой плотности и глюкозы крови. С уровнем триглицеридов также были независимо связаны центральное давление аугментации, ЧСС-корригированное центральное давление аугментации и неаугментированная амплификация систолического давления. Центральная аортальная гипертензия независимо ассоциировалась с абдоминальным ожирением и гипертриглицеридемией.

ЛИТЕРАТУРА

- McEniery C.M., Yasmin, McDonnell B. et al. Central pressure: variability and impact of cardiovascular risk factors: the Anglo-Cardiff Collaborative Trial II // Hypertension. 2008. Vol. 51, N 6. P. 1476–1482.
- Sharman J., Stowasser M., Fassett R., Marwick T. et al. Central blood pressure measurement may improve risk stratification // J. Hum. Hypertens. 2008. Vol. 22, N 12. P. 838–844.
- O'Rourke M.F., Hashimoto J. Mechanical factors in arterial aging: a clinical perspective // J. Am. Coll. Cardiol. 2007. Vol. 50, N 1. P. 1–13.
- Рекомендации по лечению артериальной гипертензии. ESH/ESC 2013 // Рос. кардиол. журн. 2014. № 1. С. 105.
- McEniery C.M., Yasmin, McDonnell B., Munnelly M. et al. Central pressure: variability and impact of cardiovascular risk factors: the Anglo-Cardiff Collaborative Trial II // Hypertension. 2008. Vol. 51, N 6. P. 1476–1482.
- Herbert A., Cruickshank J.K., Laurent S., Boutouyrie P. Establishing reference values for central blood pressure and its amplification in a general healthy

- population and according to cardiovascular risk factors // Eur. Heart J. 2014. Vol. 35, N 44. P. 3122–3133.
- Janner J.H., Godtfredsen N.S., Ladelund S., Vestbo J. et al. The association between aortic augmentation index and cardiovascular risk factors in a large unselected population // J. Hum. Hypertens. 2012. Vol. 26, N 8. P. 476–484.
- McEniery C.M., Yasmin, Hall I.R., Qasem A. et al. Normal Vascular Aging: Differential Effects on Wave Reflection and Aortic Pulse Wave Velocity: the Anglo-Cardiff Collaborative Trial (ACCT) // J. Am. Coll. Cardiol. 2005. Vol. 46, N 9. P. 1753–1760.
- Shiva Kumar P., Medina-Lezama J., Morey-Vargas O., Zamani P. et al. Prospective risk factors for increased central augmentation index in men and women // Am. J. Hypertens. 2015. Vol. 28, N 1. P. 121–126.
- Цветкова Е.Е., Кузнецов А.А., Суханов А.В., Рагино Ю.И. и др. Связь центрального аортального давления с компонентами метаболического синдрома // Атеросклероз. 2014. Т. 10, № 4. С. 37–40.
- Wilkinson I.B., Prasad K., Hall I.R., Thomas A. et al. Increased central pulse pressure and augmentation index in subjects with hypercholesterolemia // J. Am. Coll. Cardiol. 2002. Vol. 39, N 6. P. 1005–1011.
- Целуйко В.И., Бреговдзе Т.Р., Мищук Н.Е. Факторы, ассоциированные с показателями центрального аортального давления у больных с артериальной гипертензией // Украин. кардиол. журн. 2012. № 5. С. 60–68.
- Aznanouridis K., Vlachopoulos C., Dima I., Ioakeimidis N. et al. Triglyceride level is associated with wave reflections and arterial stiffness in apparently healthy middle-aged men // Heart. 2007. Vol. 93, N 5. P. 613–614.
- Avolio A.P., van Bortel L.M., Boutouyrie P., Cockcroft J.R. et al. Role of pulse pressure amplification in arterial hypertension: experts' opinion and review of the data // Hypertension. 2009. Vol. 54. P. 375–383.
- Иваненко В.В., Ротарь О.П., Конради А.О. Взаимосвязь показателей жесткости сосудистой стенки с различными сердечно-сосудистыми факторами

- риска // Артериальная гипертензия. 2009. Т. 15, № 3. С. 290–295.
16. Cheng H.M., Chuang S.Y., Sung S.H., Yu W.C. et al. Derivation and validation of diagnostic thresholds for central blood pressure measurements based on long-term cardiovascular risks // J. Am. Coll. Cardiol. 2013. Vol. 62, N 19. P. 1780–1787.
17. Townsend R.R., Black H.R., Chirinos J.A., Feig P.U. et al. Clinical Use of Pulse Wave Analysis: Proceedings From a Symposium Sponsored by North American Artery // J. Clin. Hypertens. (Greenwich). 2015. Vol. 17, N 7. P. 503–513.

DETERMINANTS OF CENTRAL AORTIC PRESSURE, AUGMENTATION AND AMPLIFICATION IN THE GENERAL POPULATION OF NOVOSIBIRSK

E.E. Tsvetkova, A.A. Kuznetsov, D.V. Denisova, Yu.I. Ragino, M.I. Voevoda

*Institute of Internal and Preventive Medicine
630089, Novosibirsk, Boris Bogatkov str., 175/1*

Objective. Currently increasing attention to the parameters of central aortic pressure (cAP). The study associations of cAP, its augmentation and amplification, with a number of metabolic parameters in the general population of Novosibirsk is of interest. **Material and methods.** The study involved 327 people: 155 men and 172 women aged 25–44 years from a representative sample of the general population of Novosibirsk. The research program included anthropometry, blood pressure measurement and biochemical analysis of blood serum. Central hemodynamic parameters were determined using SphygmoCor system. Metabolic syndrome components were determined according to the criteria of RSC 2009. We used the methods of descriptive statistics and analysis of data in the general linear model (GLM). **Results.** Systolic cAP was associated with waist circumference, triglycerides and blood glucose levels independently of other metabolic parameters, sex, age, height and heart rate. Diastolic cAP was associated with the waist circumference, triglycerides, blood glucose and low density lipoproteins levels. Triglycerides level was also associated with central augmented pressure, heart rate corrected central augmented pressure and non augmented amplification of systolic pressure. Central aortic hypertension was associated with abdominal obesity and hypertriglyceridemia, regardless of other metabolic syndrome components, sex, age, height and heart rate. Central aortic pressure in persons with abdominal obesity was 109/79 mm Hg, in the group of persons with hypertriglyceridemia – 110/78 mm Hg. **Conclusion.** In the general population of Novosibirsk residents 25–44 years independent determinants of central aortic pressure were waist circumference, triglycerides, low density lipoproteins and blood glucose levels. Triglycerides level was also independently associated with central augmented pressure, heart rate corrected central augmented pressure and non augmented amplification of systolic pressure. Central aortic hypertension was independently associated with abdominal obesity and hypertriglyceridemia.

Keywords: central aortic pressure, augmentation, amplification, metabolic syndrome.

*Статья поступила 2 декабря 2016 г.,
принята в печать 18 января 2017 г.*