

Взаимосвязь показателей жесткости сосудистой стенки с различными сердечно-сосудистыми факторами риска

В.В. Иваненко, О.П. Ротарь, А.О. Конради

ФГУ «Федеральный Центр сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова Росмедтехнологий», Санкт-Петербург, Россия

Иваненко В.В. — врач-кардиолог, аспирантка; Ротарь О.П. — к.м.н., заведующая научно-исследовательской лабораторией эпидемиологии артериальной гипертензии ФГУ «Федеральный Центр сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова Росмедтехнологий» (ФГУ ФЦСКЭ); Конради А.О. — д.м.н., профессор, руководитель научно-исследовательским отделом артериальных гипертензий ФГУ ФЦСКЭ.

Контактная информация: ФГУ «Федеральный Центр сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова Росмедтехнологий», ул. Аккуратова, д. 2, 197341 Санкт-Петербург, Россия. Тел./факс: +7 (821) 702-37-56. E-mail: ahleague@mail.ru (Конради Александра Олеговна).

Резюме

Цель. Целью настоящего исследования было изучить взаимосвязь показателей центрального давления и сосудистой жесткости с различными факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) у условно здоровых лиц с факторами риска, а также у лиц с артериальной гипертензией (АГ). **Материалы и методы.** Обследовано 115 условно здоровых лиц с факторами риска. У 63 из них отмечено повышение артериального давления (АД). Проведены анкетирование, антропометрия, определение липидного спектра и глюкозы. Показатели центрального давления и сосудистой жесткости определялись на приборе SphygmoCor с помощью системы SphygmoCor Px (Австралия). **Результаты.** Все показатели, характеризующие жесткость сосудистой стенки, были хуже в группе лиц с АГ, а также коррелировали с возрастом. У женщин отмечен более высокий индекс аугментации (ИА). Выявлена ассоциация скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) с абдоминальным ожирением, гиперхолестеринемией и метаболическим синдромом. **Выводы.** Показатели центрального давления и сосудистой жесткости зависят не только от возраста, уровня периферического АД, но также от антропометрических параметров и уровня общего холестерина крови. Наличие АГ сопровождается повышением сосудистой жесткости. Другие факторы в меньшей степени оказывают влияние на СРПВ и ИА.

Ключевые слова: жесткость сосудов, скорость распространения пульсовой волны, индекс аугментации, центральное артериальное давление.

Association of arterial wall stiffness with cardiovascular risk factors

V.V. Ivanenko, O.P. Rotar, A.O. Konradi

Almazov Federal Heart, Blood, and Endocrinology centre, St Petersburg, Russia

Corresponding author: Almazov Federal Heart, Blood and Endocrinology Centre, 2 Akkuratov st., 197341 St Petersburg, Russia. Phone/fax: +7 (821) 702-37-56. E-mail: ahleague@mail.ru (Konradi Alexandra, MD, PhD, professor, the head of the Hypertension research department at Almazov Federal Heart, Blood and Endocrinology Centre).

Abstract

Objective. To assess relation between central blood pressure and arterial stiffness with cardiovascular risk factors. **Design and methods.** 116 subjects considering themselves healthy were examined. 63 of them showed blood pressure elevation. Anthropometry was performed and fasting blood specimens were obtained from all patients. Plasma glucose and lipids levels were measured. Pulse wave velocity (PWV) and augmentation index (AI) were measured by Sphygmocor Px device (Australia). **Results.** Parameters of arterial stiffness were strongly associated with hypertension, increased waist circumference, age, cholesterol level, and metabolic syndrome. Females had higher AI as compared to males. **Conclusion.** Central blood pressure and arterial stiffness are determined not only by age and peripheral blood pressure but by cholesterol level and anthropometric parameters as well.

Key words: arterial stiffness, pulse wave velocity, augmentation index, central blood pressure.

Статья поступила в редакцию: 25.06.09. и принята к печати: 29.06.09.

Введение

В настоящее время накоплены данные, позволяющие рассматривать состояние стенки крупных сосудов, особенно показатели сосудистой жесткости, в качестве фактора риска сердечно-сосудистых осложнений и мишени орга-

нопротекции [1–3]. Жесткость сосудистой стенки оказывает существенное влияние на соотношение систолического и диастолического артериального давления (САД и ДАД соответственно). Вследствие повышения жесткости сосудистой стенки происходит снижение демпфирующей

функции крупных артерий и преждевременное возвращение в кровоток отраженной волны. Сочетание этих патологических феноменов способствует повышению САД, и одновременному снижению ДАД, и, соответственно, увеличению пульсового давления (ПД).

Артериальные сосуды, особенно крупные, подвергаются существенному ремоделированию с возрастом, что выражается преимущественно в увеличении содержания коллагена и снижении эластических свойств сосудов [4]. Жесткость сосудов возрастает практически линейно уже с 30 лет [5], во многом объясняя повышение риска осложнений с увеличением возраста. Эластические свойства артерий в значительной степени определяются структурой меди. В строении меди аорты и ее крупных ветвей имеется особенность, заключающаяся в тесной связи между эластической мембраной и гладкомышечными клетками, при этом сократительно-эластические элементы расположены таким образом, что они развивают максимальное усилие сопротивления в ответ на растяжение сосуда. Абдоминальная аорта содержит больше эластина, чем коллагена, но по мере продвижения по сосудистому дереву баланс смещается в сторону доминирования коллагеновых волокон. При каждой систоле аорта испытывает самое большое напряжение среди всех сосудов и, благодаря своей буферной функции, гасит пик САД по ходу сосудистого дерева.

Эластин является самым стабильным белком человека, а его период полужизни составляет около 40 лет. Несмотря на такую стабильность, на шестом десятке человеческой жизни за счет двух миллиардов выполненных сокращений сердца происходит постепенная фрагментация эластиновых волокон и пластинок, что сопровождается изменениями экстрацеллюлярного матрикса в виде продукции коллагена и отложения кальция. Этот диффузный дегенеративный процесс приводит к повышению жесткости сосудов эластического типа и росту пульсового АД [5].

В последнее время появились сообщения о прогностической значимости показателя скорости распространения пульсовой волны (СРПВ). J. Blacher с соавт. в 1999 году опубликовали данные об обследовании 710 пациентов с АГ и патологией почек, где показали, что СРПВ может служить независимым маркером сердечно-сосудистого риска [6]. В 2002 году результаты исследования P. Boutouyrie с соавт. на 1045 больных с АГ продемонстрировали, что этот показатель является предиктором коронарных событий [7]. Аналогичные данные были получены во Франции [8]. Группой Laurent в 2001 и 2003 гг. в исследованиях с участием соответственно 1980 и 1715 пациентов с АГ было показано увеличение общей смертности и сердечно-сосудистой смертности по мере нарастания СРПВ, а также увеличение риска инсульта [9–10]. Ряд исследователей продемонстрировал негативную прогностическую роль повышения СРПВ у пожилых, а недавно это было показано для популяции в целом [11]. При этом во всех этих исследованиях СРПВ выступала как более сильный прогностический фактор, чем уровень АД, в том числе пульсового. Причины столь существенной связи между жесткостью сосудистой

стенки и прогнозом также двояки. С одной стороны, повышение жесткости ведет к росту центрального АД и повышению нагрузки на жизненно важные органы. С другой стороны, повышение СРПВ может отражать атеросклеротический процесс, так как замещение эластина коллагеном и пролиферация гладкомышечных клеток способствует прогрессированию атеросклероза.

Взаимоотношения между эффектами на сосудистую стенку возрастных и «гипертонических» изменений чрезвычайно сложны. Это связано с тем, что ряд этих изменений однонаправлен (увеличение содержания коллагена), а ряд имеет разнонаправленные эффекты, что затрудняет интерпретацию результатов обследования больных. Так, податливость сосудистой стенки [12] может увеличиваться при АГ и снижаться с возрастом. Помимо артериальной гипертензии, множество стандартных факторов риска может способствовать повышению сосудистой жесткости: дислипидемия, курение, гипергликемия и некоторые другие. При этом связь показателей жесткости сосудов, уровня центрального АД с факторами риска изучена недостаточно, особенно у относительно здоровых лиц.

Цель исследования

Целью настоящего исследования было изучение взаимосвязи показателей центрального давления и сосудистой жесткости с различными факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний у условно здоровых лиц с факторами риска, а также у пациентов с АГ.

Материалы и методы

Набор пациентов для участия в исследовании осуществлялся среди относительно здоровых лиц при скрининговых осмотрах (работников банковской сферы), у которых выявлялось повышение уровня АД выше 140/90 мм рт. ст. и/или наличие одного из следующих факторов риска: дислипидемия, абдоминальное ожирение, гипергликемия натощак более 5,6 ммоль/л. Все обследованные не получали никакой медикаментозной терапии и не имели в анамнезе сердечно-сосудистых катастроф, клинических проявлений ишемической болезни сердца (ИБС), сердечной недостаточности, сахарного диабета, нарушений ритма сердца.

Обследование включало анкетирование с вопросами об образе жизни, определение антропометрических параметров (индекс массы тела (ИМТ) по Кетле, окружность талии (ОТ), окружность бедер (ОБ)). Проводилось три измерения АД с интервалом в 2 минуты, в положении сидя, после 5 минут покоя по стандартной методике. Частота сердечных сокращений (ЧСС) регистрировалась за 30 секунд по пульсу.

Образцы крови забирались натощак. Определялся уровень глюкозы плазмы и показатели липидного спектра на аппарате Хитачи 902 (Рош-Диагностика).

Показатели центрального давления определялись на приборе SphygmoCor с помощью системы SphygmoCor Px (Австралия), методом апplanationной тонометрии. Определение показателей центрального давления выполнялось с соблюдением стандартных усло-

КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ОБСЛЕДОВАННЫХ ЛИЦ

Таблица 1

Показатель	M ± m	Пределы колебаний
Возраст, лет	45,2 ± 10,2	22–60
Масса тела, кг	81,1 ± 13,7	50–128
Рост, см	167,2 ± 8,1	152–191
ИМТ, кг/м ²	28,9 ± 4,7	19,5–48,3
ОТ, см	92,1 ± 11,1	63–119
ОБ, см	109,1 ± 9,4	90–140
САД, мм рт. ст.	134,2 ± 18,6	100–185
ДАД, мм рт. ст.	84,8 ± 14,1	60–120
ПД, мм рт. ст.	48,2 ± 12,5	30–101
ЧСС, уд./мин.	79,9 ± 13,6	42–126
ОХС, ммоль/л	5,7 ± 0,9	4,0–8,4
ЛПВП, ммоль/л	1,41 ± 0,4	0,83–2,9
ТГ, ммоль/л	1,7 ± 0,8	0,43–4,9
Глюкоза плазмы, ммоль/л	5,6 ± 0,8	4,0–8,4

Примечания: ИМТ — индекс массы тела; ОТ — окружность талии; ОБ — окружность бедер; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ПД — пульсовое давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; ОХС — общий холестерин; ЛПВП — липопротеиды высокой плотности; ТГ — триглицериды.

вий: при комнатной температуре, в освещенной комнате, после 15 минут покоя, в положении сидя, без воздействия никотина и кофеина за 2–3 часа до исследования. После измерения периферического АД пациента усаживали на кушетку, руку располагали ладонью вверх, под кисть подкладывали валик (для лучшего доступа) и прикладывали пьезоэлектрический датчик к лучевой артерии. В течение 10 секунд проводили запись сигнала, затем рассчитывали показатели центрального давления (САД в аорте, ДАД в аорте, пульсовое давление в аорте, ИА, давление аугментации (ДА), сердечный ритм, среднее значение САД и ДАД в аорте) при помощи компьютерной программы согласно определенной ранее функции генерализован-

ного преобразования по форме пульсовой волны. ИА рассчитывали по форме центральной пульсовой волны и корректировали по ЧСС (приведены значения для ЧСС, равной 75 уд./мин.).

СРПВ на участке сонная артерия — бедренная артерия измеряли сфигмографическим методом на приборе SphygmoCor PwX. Длину участка проведения пульсовой волны измеряли сантиметровой лентой, пульсовую волну также регистрировали пьезоэлектрическим датчиком.

Результаты

Характеристика обследованной группы

Обследовано 115 человек (90 женщин и 25 мужчин) в возрасте от 22 до 60 лет, средний возраст составил 45,2 ± 10,2 года. 63 пациента имело АГ (55 %), 40 человек курили (35 %), средний стаж курения составлял 10 ± 2 года.

Клиническая характеристика обследованных лиц представлена в таблице 1.

Как видно из представленных данных, обследованные лица характеризовались в среднем высоким ИМТ, а также большими колебаниями уровня АД, липидов и глюкозы.

Поскольку уровень АД является одним из ведущих показателей, определяющих параметры центральной гемодинамики, анализ данных по больным с нормальным и повышенным АД проводился отдельно. В таблице 2 представлены клиническая характеристика и показатели жесткости сосудистой стенки среди обследованных лиц в зависимости от наличия у них АГ. Помимо уровня АД, в подгруппах существенно различались показатели других факторов риска. Больные с АГ были младше, но при этом у них был выявлен более высокий уровень холестерина.

Все показатели, характеризующие жесткость сосудистой стенки (ИА, СРПВ, ДА), в группе лиц с АГ оказались хуже. ИА и СРПВ в обеих группах в среднем

КЛИНИКО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ У ЛИЦ С НОРМАЛЬНЫМ
И ПОВЫШЕННЫМ АРТЕРИАЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

Таблица 2

Показатель	Есть АГ (n = 63)	Нет АГ (n = 52)	P между группами
Возраст, лет	47,6 ± 10,3	42,3 ± 9,3	P < 0,01
ИМТ, кг/м ²	29,2 ± 4,8	28,6 ± 4,5	P > 0,05
ОТ, см	94,1 ± 10,7	89,7 ± 11,1	P < 0,05
ОБ, см	109,4 ± 9,3	108,8 ± 9,6	P > 0,05
САД, мм рт. ст.	148,4 ± 12,2	117,2 ± 7,4	P < 0,05
ДАД, мм рт. ст.	92,5 ± 14,3	75,5 ± 5,7	P < 0,05
ПД, мм рт. ст.	52,7 ± 10,9	42,7 ± 12,3	P < 0,01
ЧСС, уд./мин.	79,7 ± 13,6	79,9 ± 13,7	P > 0,05
ОХС, ммоль/л	6,4 ± 0,9	5,3 ± 0,7	P < 0,05
ЛПВП, ммоль/л	1,4 ± 0,4	1,39 ± 0,3	P > 0,05
ТГ, ммоль/л	2,3 ± 0,76	2,5 ± 11,6	P > 0,05
Глюкоза плазмы, ммоль/л	5,5 ± 0,7	5,6 ± 0,8	P > 0,05
САД в аорте, мм рт. ст.	129,1 ± 15,1	109,0 ± 8,8	P < 0,05
ПД в аорте, мм рт. ст.	37,8 ± 8,6	30,1 ± 6,7	P < 0,05
ИА, %	26,5 ± 15,9	24,0 ± 15,8	P < 0,05
СРПВ, м/с	7,5 ± 1,9	6,5 ± 1,4	P < 0,05
ДА, мм рт. ст.	11,4 ± 6,7	8,3 ± 6,4	P < 0,05

Примечания: ИМТ — индекс массы тела; ОТ — окружность талии; ОБ — окружность бедер; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ПД — пульсовое давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; ОХС — общий холестерин; ЛПВП — липопротеиды высокой плотности; ТГ — триглицериды; СРПВ — скорость распространения пульсовой волны; ДА — давление аугментации.

имели нормальные значения, но у пациентов с АГ были выше. Уровень САД в аорте коррелировал с возрастом ($r = 0,51$, $p < 0,01$). Кроме этого, отмечена корреляция с ИМТ ($r = 0,24$), ОТ ($r = 0,32$), с уровнем общего холестерина ($r = 0,31$), ($p < 0,05$ для всех коэффициентов).

Была также отмечена корреляция центрального систолического АД с показателями сосудистой жесткости. САД в аорте прямо коррелировало со СРПВ ($r = 0,58$), с ИА ($r = 0,3$), с ДА ($r = 0,5$), ПД в аорте ($r = 0,67$), ($p < 0,05$ для всех коэффициентов).

Поскольку как факторы риска, так и сосудистая жесткость имеют определенные половые различия, то далее мы проанализировали особенности показателей сосудистой жесткости у мужчин и женщин. Женщины в нашем исследовании составили большинство и были несколько моложе (различия незначимы) (табл. 3).

Большая разница в показателях жесткости сосудистой стенки (ИА и ДА) у мужчин по сравнению с жен-

щинами, возможно, объясняется меньшим возрастом, его колебаниями, нормальными антропометрическими и лабораторными показателями и небольшим числом лиц мужского пола (из 25 обследованных 18 мужчин имели АГ, 5 — ожирение, 6 человек — гипергликемию и 9 — гиперлипидемию).

У 10 мужчин отмечались абсолютно нормальные значения ИА и ДА (менее 10 %, при этом у 8 обследованных эти значения были отрицательными). Среди женщин лиц с отрицательными значениями ИА практически не было.

Далее нами были проанализированы показатели сосудистой жесткости в зависимости от наличия различных факторов риска (табл. 4). У курящих лиц отмечалось повышение ПД, при этом показатели сосудистой жесткости различались незначительно. Связи с употреблением алкоголя выявлено не было.

У лиц с ожирением отмечалось достоверное повышение САД в аорте и ПД по сравнению с лицами с

Таблица 3

ПОКАЗАТЕЛИ КЛИНИКО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН

Показатель	Мужчины 25	Женщины 90	P
Возраст, лет	45,9 ± 14,1	42,6 ± 8,8	P > 0,05
ИМТ, кг/м ²	28,1 ± 2,4	29,2 ± 5,1	P > 0,05
ОТ, см	96,9 ± 8,0	90,8 ± 11,5	P < 0,01
ОБ, см	107,3 ± 5,3	109,6 ± 10,3	P > 0,05
САД, мм рт. ст.	139,5 ± 16,9	132,8 ± 18,8	P > 0,05
ДАД, мм рт. ст.	91,0 ± 20,8	83,1 ± 11,1	P < 0,05
ПД, мм рт. ст.	47,9 ± 13,6	49,3 ± 7,8	P > 0,05
ЧСС, уд./мин.	81,3 ± 14,6	79,4 ± 13,4	P > 0,05
ОХС, ммоль/л	5,4 ± 0,9	5,8 ± 0,9	P > 0,05
ЛПВП, ммоль/л	1,2 ± 0,2	1,5 ± 0,4	P < 0,05
ТГ, ммоль/л	1,5 ± 0,7	1,6 ± 0,8	P > 0,05
Глюкоза плазмы, ммоль/л	5,4 ± 0,9	5,6 ± 0,8	P > 0,05
САД в аорте, мм рт. ст.	122,4 ± 16,7	119,3 ± 15,9	P > 0,05
ПД в аорте, мм рт. ст.	33,1 ± 8,7	34,7 ± 8,7	P > 0,05
ИА, %	12,0 ± 21,3	29,1 ± 11,6	P < 0,01
СРПВ, м/с	7,1 ± 2,1	7,0 ± 1,6	P > 0,05
ДА, мм рт. ст.	5,7 ± 7,6	11,0 ± 5,8	P < 0,01

Примечания: ИМТ — индекс массы тела; ОТ — окружность талии; ОБ — окружность бедер; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ПД — пульсовое давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; ОХС — общий холестерин; ЛПВП — липопротеиды высокой плотности; ТГ — триглицериды; СРПВ — скорость распространения пульсовой волны; ДА — давление аугментации.

Таблица 4

ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕСТКОСТИ СОСУДИСТОЙ СТЕНКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИМЕЮЩИХСЯ ФАКТОРОВ РИСКА

	СРПВ	ИА	САД (А)	ПД (А)
Курящие (n = 40)	7,1 ± 1,8	24,4 ± 18,6	120,6 ± 16,8	35,0 ± 8,8*
Некурящие (n = 75)	7,0 ± 1,7	25,8 ± 14,3	119,6 ± 15,7	33,9 ± 8,6
Нормальная масса тела (n = 17)	7,0 ± 1,8	28,2 ± 9,6	118,0 ± 18,1	33,6 ± 9,9
Избыточная масса тела (n = 62)	7,0 ± 1,88	24,5 ± 17,7	119,3 ± 15,2	33,7 ± 8,4
Ожирение (n = 36)	7,1 ± 1,5	25,6 ± 15,2	122,0 ± 16,7*	35,9 ± 8,7*
ОТ менее 94/80 см (для мужчин/женщин) (n = 26)	6,6 ± 1,7	21,5 ± 15,0	116,9 ± 12,5	31,1 ± 6,8
ОТ более 94/80 (для мужчин/женщин) см (n = 88)	7,2 ± 1,7*	26,3 ± 16,0*	120,9 ± 17,0*	35,2 ± 9,1*
ОХС менее 5 ммоль/л (n = 28)	6,6 ± 1,5	22,9 ± 15,5	118,5 ± 16,5	32,9 ± 9,3
ОХС более 5 ммоль/л (n = 87)	7,2 ± 1,9*	26,2 ± 16,1*	120,5 ± 15,9*	34,7 ± 8,5*
Глюкоза менее 5,6 ммоль/л (n = 62)	6,9 ± 1,7	23,7 ± 17,6	118,5 ± 11,6	33,9 ± 9,3
Глюкоза более 5,6 ммоль/л (n = 53)	7,2 ± 1,8*	27,4 ± 13,5*	121,2 ± 19,1*	34,7 ± 7,9
ТГ менее 1,7 ммоль/л (n = 75)	6,4 ± 1,4	23,5 ± 15,3	117,5 ± 15,3	33,3 ± 8,4
ТГ более 1,7 ммоль/л (n = 40)	8,3 ± 1,7*	28,8 ± 16,6*	124,7 ± 16,5*	36,2 ± 9,0*
Есть МС (n = 80)	7,3 ± 1,7*	26,7 ± 16,6*	122,1 ± 15,5*	35,6 ± 8,7*
Нет МС (n = 35)	6,65 ± 1,9	22,1 ± 13,6	115,0 ± 16,4	31,3 ± 16,6

Примечания: ОТ — окружность талии; ТГ — триглицериды; МС — метаболический синдром; САД — систолическое артериальное давление; ПД — пульсовое давление; ОХС — общий холестерин; СРПВ — скорость распространения пульсовой волны; ИА — индекс аугментации; * — $p < 0,05$ в сравнении с группой с отсутствием фактора риска.

нормальной или избыточной массой тела, СРПВ и ИА не различались. У лиц с абдоминальным ожирением (ОТ > 94 и 80 см у мужчин и женщин соответственно) выявлено достоверное увеличение всех показателей сосудистой жесткости в сравнении с лицами с нормальной окружностью талии, однако последние имели меньший возраст и уровень АД.

В группе пациентов со значением глюкозы крови выше 5,6 ммоль/л отмечалось повышение СРПВ, ИА и САД в аорте в сравнении с лицами с нормогликемией. У лиц с уровнем холестерина более 5,0 ммоль/л в сравнении с группой с нормальным уровнем общего холестерина отмечалось повышение всех показателей сосудистой жесткости. Аналогичная тенденция прослеживалась и в отношении больных с гипертриглицеридемией, хотя и существенно реже.

Наличие метаболического синдрома (МС) определяли по критериям АТР III (2001 в модификации 2005 года) [13]. У лиц с МС отмечалось повышение всех показателей жесткости сосудов по сравнению с лицами без МС, которые, однако, также были моложе.

Корреляционный анализ (табл. 5) выявил, что возраст был тесно связан со всеми показателями, характеризующими жесткость сосудистой стенки. Среди факторов риска наиболее существенные корреляции выявлены для общего холестерина и триглицеридов.

При этом характер корреляций у лиц с нормальным АД и с наличием АГ оказался различным. В частности, связь СРПВ с уровнем АД в группе лиц с нормальным АД была более сильной ($r = 0,62$, $p < 0,01$). Кроме того, у лиц с нормальным уровнем АД обнаружена отрицательная связь между СРПВ и ЧСС ($r = -0,34$, $p < 0,05$), чего не наблюдалось при АГ.

Далее нами был проведен регрессионный анализ связи между показателями жесткости сосудистой стенки и клинико-лабораторными данными.

Множественный регрессионный анализ в общей группе показал, что СРПВ определяется возрастом (бета = 0,186), уровнем общего холестерина (бета = 0,168), ТГ (бета = 0,299) и периферического САД (бета = -0,337), $R^2 = 66\%$. ИМТ, уровень ЛПВП, ОТ, ДАД не вошли в модель. Для индекса аугментации наиболее значимыми предикторами были возраст (бета = -0,369), ИМТ (бета = 0,297), ОТ (бета = -0,37) и ЧСС (бета = -

0,17). Связи с уровнем общего холестерина, ТГ и ДАД не выявлено ($R^2 = 52\%$).

ДА в большей степени определялось возрастом (бета = -0,422), ИМТ (бета = 0,287), ОТ (бета = -0,320) и ЧСС (бета = -0,23), в меньшей степени уровнем САД (бета = 0,214), ($R^2 = 64\%$). САД в аорте определялось возрастом (бета = 0,136), ИМТ (бета = 0,195), уровнем общего холестерина (бета = 0,164), уровнем периферического САД (бета = 0,622), ($R^2 = 80\%$).

Обсуждение

Долгие годы пульсовая волна интересовала клиницистов в основном с позиции двух ее показателей — максимального (уровня САД) и минимального (ДАД) пиков. Лишь в последние годы стало очевидным, несмотря на наличие большого количества данных, полученных еще в начале 20 века, что форма пульсовой волны имеет существенное значение с точки зрения характеристик патологии и отдаленного прогноза [14].

В данной работе проведен анализ связи различных показателей сосудистой жесткости у лиц с различными факторами риска сердечно-сосудистых осложнений и в первую очередь в зависимости от наличия повышения АД. В целом влияние возраста, АГ, курения, гиперлипидемии на показатели жесткости сосудистой стенки изучено достаточно хорошо, однако данная работа имеет некоторые особенности: оценивался как прямой показатель жесткости крупных сосудов — СРПВ, так и более сложные показатели, такие как ИА и центральное АД, которые зависят не только от структуры сосудистой стенки, но и от гемодинамических и некоторых других параметров. Это позволило нам также оценить связь данных показателей между собой, в том числе отдельно в группах с нормальным и повышенным АД, что представляется интересным. Тем более что клиническое значение большинства показателей, за исключением СРПВ, до сих пор остается не вполне ясным [15]. Кроме того, обследована относительно новая группа лиц — условно здоровые, не получающие терапии.

Во-первых, в настоящем исследовании обнаружена связь между наличием ожирения и сосудистой жесткостью. При этом уровень центрального АД коррелировал не только с ИМТ, но и с окружностью талии. Недавно

РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСУДИСТОЙ ЖЕСТКОСТИ И КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫХ ДАННЫХ

Таблица 5

	СРПВ	ИА	САД (А)	ПД (А)	ДА
возраст	$R = 0,5$	$R = 0,51$	$R = 0,51$	$R = 0,46$	$R = 0,59$
САД	$R = 0,57$		$R = 0,87$	$R = 0,59$	$R = 0,36$
ДАД	$R = 0,48$		$R = 0,81$	$R = 0,52$	$R = 0,28$
ОХС	$R = 0,44$	$R = 0,29$	$R = 0,31$	$R = 0,28$	$R = 0,36$
глюкоза					
ТГ	$R = 0,48$		$R = 0,3$	$R = 0,25$	
ЛПВП					
ИМТ			$R = 0,24$	$R = 0,24$	
ОТ	$R = 0,28$		$R = 0,32$	$R = 0,23$	
ЧСС		$R = -0,35$		$R = -0,28$	$R = -0,33$

Примечания: ИМТ — индекс массы тела; ОТ — окружность талии; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ПД — пульсовое давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; ОХС — общий холестерин; ЛПВП — липопротеиды высокой плотности; ТГ — триглицериды; СРПВ — скорость распространения пульсовой волны; ДА — давление аугментации; АИ — индекс аугментации.

в работе Otsuka T. (2009) было показано, что ожирение, особенно абдоминальное, вносит самостоятельный вклад в изменение ИА, а именно связано с его относительным снижением. В нашем исследовании окружность талии также выступала как значимый предиктор сосудистой жесткости, равно как и ИМТ.

Курение традиционно рассматривается как фактор, повышающий жесткость сосудов. Так, у мужчин в Японии статус курения оказался важным предиктором значений ИА и центрального АД, а курение сопровождалось повышением АД в аорте при одинаковых значениях АД на плечевой артерии [16]. В данном исследовании курение не оказывало существенного влияния на показатели жесткости, однако это может быть связано с относительно небольшими размерами выборки, малым числом курящих, особенно женщин и большим разбросом самих значений СРПВ и ИА. Кроме того, обследованная выборка состояла на две трети из женщин, для которых факт курения имеет меньшее значение в генезе изменений ИА, чем АГ [17]. Этим же обстоятельством можно объяснить и отсутствие связи с употреблением алкоголя, которая была продемонстрирована ранее [18].

Связь показателей сосудистой жесткости с метаболическим синдромом также оценивалась в ряде исследований. В работе Vyssoulis G.P. (2008) было выявлено, что наличие МС сопровождалось повышением СРПВ независимо от критерия диагностики, но не сказывалось на величине ИА. Аналогично в исследовании на популяции Литвы наличие МС не сопровождалось изменением ИА, равно как и не было выявлено влияния на сосудистую жесткость гликемии и дислипидемии. Основным параметром, определяющим изменение ИА был уровень АД [20]. В нашем исследовании МС был связан со всеми показателями, характеризующими сосудистую жесткость. Однако большинство больных с МС имели АГ, что не позволяет исключить влияние этого фактора, так же как и различий по возрасту.

Связь жесткости сосудов с показателями липидного обмена изучена в меньшей степени. Недавно в работе Aznaouridis K. (2007) было выявлено, что гипертриглицеридемия достоверно повышает жесткость сосудов у мужчин, но этот эффект не был подтвержден у женщин. Возможно, половые различия и определили отсутствие связи уровня ТГ и АИ в нашей группе. Однако в нашем исследовании была выявлена независимая связь СРПВ с уровнем холестерина, что не обнаруживалось ранее в исследовании Saba (1999).

Заключение

В настоящем исследовании было обнаружено закономерное влияние возраста на все показатели сосудистой жесткости и расчетное центральное АД, а также эффект пола. Так, в аналогичном исследовании, проведенном на считающих себя здоровыми лицами в Канаде, было показано, что у женщин имеется более высокий ИА, чем у мужчин, особенно в постменопаузе [23].

Таким образом, показатели центрального давления и сосудистой жесткости зависят не только от возраста, уровня периферического АД, но также от антропометри-

ческих параметров и уровня общего холестерина крови. Наличие АГ сопровождается повышением сосудистой жесткости. Другие факторы в меньшей степени оказывают влияния на СРПВ и ИА.

Литература

1. 2007 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) // *J. Hypertens.* — 2007. — Vol. 25. — P. 1105–1187.
2. Heanson T., Staessen J., Pedersen T. et al. Prognostic value of aortic pulse wave velocity as index of arterial stiffness in general population // *Circulation.* — 2006. — Vol. 113. — Vol. 664–670.
3. Asmar R. Arterial stiffness and pulse wave velocity — Clinical applications. Paris: Elsevier; 1999. — P. 9–43.
4. Lakatta E.G. Cardiovascular ageing in health sets the stage for cardiovascular disease // *Heart Lung Circ.* — 2002. — Vol. 11. — P. 76–91.
5. Laurent S., Cocroft J. Central aortic blood pressure. Elsevier. 2008, P. 65.
6. Blacher J., Guerin A., Marchais S.J. et al. Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease // *Circulation.* — 1999. — Vol. 99. — P. 2434–2439.
7. Boutouyrie P., Tropeano A.I., Asmar R. et al. Aortic stiffness as an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients: a longitudinal study // *Hypertension.* — 2002. — Vol. 39. — P. 10–15.
8. Asmar J., Ruidavets J.B., Charmontin B. et al. Arterial stiffness and cardiovascular risk factors in a population-based study // *J. Hypertens.* — 2001. — Vol. 19. — P. 381–387.
9. Laurent S., Boutouyrie P., Asmar R. et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients // *Hypertension.* — 2001. — Vol. 37. — P. 1236.
10. Laurent S., Katsahian S., Fassot C. et al. Aortic stiffness is an independent predictor of fatal stroke in essential hypertension // *Stroke.* — 2003. — Vol. 34, № 5. — P. 1203–1206.
11. Willum-Hansen T., Staessen J.A., Torp-Pedersen C. et al. Prognostic value of aortic pulse wave velocity as index of arterial stiffness in the general population // *Circulation.* — 2006. — Vol. 113, № 5. — P. 664–670.
12. Laurent S., Boutouyrie P. Impact of essential hypertension on the arteries // *Rev. Prat.* — 1999. — Vol. 49, № 5. — P. 495–502.
13. Grundy S.M., Cleeman J.I., Daniels S.R. et al. Diagnosis and Management of the Metabolic Syndrome: An American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement // *Circulation.* — 2005. — Vol. 112. — P. 2735–2752.
14. Safar M.E. Pulse pressure, arterial stiffness and wave reflections (augmentation index) as cardiovascular risk factors in hypertension // *Ther. Adv. Cardiovasc. Dis.* — 2008. — Vol. 2, № 1. — P. 13–24.
15. Shimizu M., Kario K. Role of the augmentation index in hypertension // *Ther. Adv. Cardiovasc. Dis.* — 2008. — Vol. 2, № 1. — Vol. 25–35.
16. Otsuka T., Kawada T., Ibuki C. et al. Obesity as an independent influential factor for reduced radial arterial wave reflection in a middle-aged Japanese male population // *Hypertens. Res.* — 2009. — Vol. 32, № 5. — P. 387–391.
17. Tomiyama H., Yamazaki M., Sagawa Y. Synergistic effect of smoking and blood pressure on augmentation index in men, but not in women // *Hypertens. Res.* — 2009. — Vol. 32, № 2. — P. 122–126.
18. van Trijp M.J., Beulens J.W., Bos W.J. Alcohol consumption and augmentation index in healthy young men: the ARYA study // *Am. J. Hypertens.* — 2005. — Vol. 18, № 6. — P. 792–796.
19. Vyssoulis G.P., Pietri P.G., Karpanou E.A. Differential impact of metabolic syndrome on arterial stiffness and wave reflections: Focus on distinct definitions // *Int. J. Cardiol.* — 2008 in press.
20. Kovaite M., Petrulioniene Z., Ryliskyte L. Systemic assessment of arterial wall structure and function in metabolic syndrome // *Proc. West Pharmacol. Soc.* — 2007. — Vol. 50. — P. 123–130.
21. Aznaouridis K., Vlachopoulos C., Dima I. Triglyceride level is associated with wave reflections and arterial stiffness in apparently healthy middle-aged men // *Heart.* — 2007. — Vol. 93, № 5. — P. 613–614.
22. Saba P.S., Roman M.J., Longhini C. et al. Carotid intimal-medial thickness and stiffness are not affected by hypercholesterolemia in uncomplicated essential hypertension // *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* — 1999. — Vol. 19, № 11. — P. 2788–2794.
23. Noon J.P., Trischuk T.C., Gaucher S.A. et al. The effect of age and gender on arterial stiffness in healthy Caucasian Canadians // *J. Clin. Nurs.* — 2008. — Vol. 17, № 17. — P. 2311–2317.