

ISSN 1607-419X
ISSN 2411-8524 (Online)
УДК 616.61.12-008.331.1-056.52

Скорость пульсовой волны в аорте как инструмент прогнозирования артериальной гипертензии при ожирении

М. А. Дружилов, О. Ю. Дружилова, Т. Ю. Кузнецова
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Петрозаводский
государственный университет» Министерства науки
и высшего образования Российской Федерации,
Петрозаводск, Россия

Контактная информация:
Дружилов Марк Андреевич,
ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
Министерства науки и высшего
образования РФ,
пр. Ленина, д. 33, г. Петрозаводск,
Россия, 185035.
Тел.: 8(8142) 38–848.
E-mail: drmark1982@mail.ru

*Статья поступила в редакцию
25.04.19 и принята к печати 10.08.19.*

Резюме

Цель исследования — анализ скорости пульсовой волны (СПВ) в аорте как прогностического инструмента оценки вероятности развития артериальной гипертензии (АГ) у мужчин с ожирением. **Материалы и методы.** Обследовали 526 мужчин без АГ (по результатам суточного мониторинга артериального давления (СМАД)) (средний возраст $45,1 \pm 5,0$ года), без клинических признаков сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета 2-го типа, с риском по шкале SCORE < 5 %, с абдоминальным ожирением (окружность талии > 94 см). Выполняли исследование сахара, липидов и креатинина крови, альбуминурии, ультразвуковую оценку сердца и каротидных артерий, бифункциональное СМАД с оценкой среднесуточной СПВ в аорте. По окончании наблюдательного этапа исследования (длительность $46,3 \pm 5,1$ месяца), из которого исключались лица с выявленным субклиническим каротидным атеросклерозом ($n = 98$), проводили повторное СМАД. **Результаты.** По окончании наблюдения были доступны данные 406 пациентов. АГ выявлена у 157 (38,7 %) пациентов. Компонентами математической модели (общий процент верных классификаций 91,6 %) стали возраст, индекс массы тела, среднесуточное систолическое АД и среднесуточная СПВ в аорте, характеризовавшаяся максимальным стандартизированным коэффициентом регрессии ($0,461$, $p < 0,001$). При проведении ROC-анализа площадь под кривой составила $0,945$ (95 % доверительный интервал $0,920–0,971$, $p < 0,001$), при выбранной точке отсечения величины среднесуточной СПВ в аорте в $7,7$ м/с чувствительность и специфичность модели оказались 85,4 % и 96,8 % соответственно. **Заключение.** Математическая модель оценки вероятности развития АГ, включающая показатель СПВ в аорте, характеризуется высоким общим процентом верных классификаций при сопоставимости с реальными данными. Бифункциональное СМАД при ожирении будет являться методом, оптимизирующим риск-стратификацию пациентов.

Ключевые слова: скорость пульсовой волны, артериальная гипертензия, ожирение

Для цитирования: Дружилов М. А., Дружилова О. Ю., Кузнецова Т. Ю. Скорость пульсовой волны в аорте как инструмент прогнозирования артериальной гипертензии при ожирении. Артериальная гипертензия. 2019;25(4):416–422. doi:10.18705/1607-419X-2019-25-4-416-422

Aortic pulse wave velocity as a prognostic tool of hypertension in obesity

M. A. Druzhilov, O. Y. Druzhilova, T. Y. Kuznetsova
Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

Corresponding author:
Mark A. Druzhilov,
Petrozavodsk State University,
33 Lenin street, Petrozavodsk,
185003 Russia.
Phone: 8(8142)738–848.
E-mail: drmark1982@mail.ru

Received 25 April 2019;
accepted 10 August 2019.

Abstract

Objective. The aim was to assess the role of the aortic pulse wave velocity (PWVao) as additional predictor of hypertension (HTN) development in men with obesity. **Design and methods.** 526 men without HTN (according to ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) without therapy) (age $45,1 \pm 5,0$ years) with abdominal obesity (waist circumference > 94 cm) and SCORE $< 5\%$, without cardiovascular diseases and diabetes mellitus were examined. The diagnostic tests included the lipid and glucose profiles, creatinine, albuminuria evaluation, echocardiography, carotid ultrasound, bifunctional ABPM (portable recorder BPLab®) with average daily PWVao assessment. Patients with subclinical carotid atherosclerosis ($n = 98$) were excluded from the follow-up. Follow-up examination including ABPM was conducted on average after $46,3 \pm 5,1$ months. **Results.** Data of 406 subjects were available for analysis. HTN defined as average daily BP $\geq 130/80$ mm Hg was found in 157 patients (38,7%). The mathematical model included the following parameters: age, body mass index, mean daily systolic BP and mean daily PWVao. Among these predictors a PWVao was characterized by the highest standardized regression coefficient (0,461, $p < 0,001$). The area under the ROC-curve was 0,945 (95% confidence interval 0,920–0,971, $p < 0,001$). At the selected cut-off point of PWVao 7,7 m/s the sensitivity and specificity of the model were 85,4% and 96,8%, respectively. **Conclusions.** The mathematical model for assessing the probability of HTN development in patients with obesity which includes the PWVao is characterized by a high overall percentage of correct classifications with comparability with actual data. Bifunctional ABPM with the PWVao evaluation in patients with obesity is the preferred method for additional prognostic assessment.

Key words: pulse wave velocity, hypertension, obesity

For citation: Druzhilov MA, Druzhilova OY, Kuznetsova TY. Aortic pulse wave velocity as a prognostic tool of hypertension in obesity. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2019;25(4):416–422. doi:10.18705/1607-419X-2019-25-4-416-422

Введение

Ожирение, учитывая растущие показатели его распространенности, в настоящее время становится одним из основных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), в том числе и артериальной гипертензии (АГ), что нашло отражение в существующих рекомендациях по ее диагностике и лечению [1]. В свою очередь, АГ является одним из ключевых звеньев этиопатогенеза многочислен-

ных сердечно-сосудистых осложнений и преждевременной смерти. Так, в 2015 году она стала причиной более чем 10 миллионов смертей и 200 миллионов случаев инвалидности [2].

Результаты эпидемиологических исследований в различных популяциях продемонстрировали практически линейную взаимосвязь между индексом массы тела (ИМТ) и уровнями артериального давления (АД) [3], при этом данная ассоциация

сопровождается более высокой заболеваемостью и смертностью от ССЗ, а также увеличением числа случаев резистентной к лечению АГ [4].

Патофизиологические механизмы формирования АГ при ожирении продолжают находиться в фокусе многочисленных исследований. Считается, что наиболее значимыми из них являются дисфункция висцеральных адипоцитов и смещение вектора секреции адипокинов в сторону провоспалительных и сосудосуживающих медиаторов [5, 6]. Таким образом, именно висцеральное ожирение в большинстве случаев сопровождается развитием индуцированной АГ, что подтверждается данными наблюдательных исследований [7].

Принимая во внимание существование феномена гетерогенности фенотипов ожирения в отношении сердечно-сосудистого риска [8], для прогнозирования развития ассоциированных с ним заболеваний и их осложнений требуются дополнительные инструменты, в первую очередь, показатели прямой оценки выраженности висцерального жиротложения [6].

Вместе с тем, учитывая доказанные ранее разнообразные патофизиологические механизмы взаимосвязи висцерального ожирения и процессов ремоделирования артерий, в первую очередь эластического и мышечно-эластического типов, «высокие» значения показателей сосудистой жесткости могут рассматриваться в качестве дополнительного прогностического критерия [9].

Сегодня «золотым стандартом» определения артериальной жесткости является каротидно-феморальная скорость пульсовой волны (СПВ), что подтверждается результатами многочисленных проспективных исследований и метаанализов, доказавших ее взаимосвязь с риском ССЗ и их осложнений [10]. Другим показателем оценки артериальной жесткости, отличающимся высокой корреляцией с каротидно-феморальной СПВ, является СПВ в аорте, рассчитываемая на основании измерения параметров движения отраженной волны [11]. В качестве возможных критериев сосудистой жесткости в настоящее время также изучаются систолическое АД в аорте, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс и индекс аугментации [10].

Стратификация риска на основании оценки сосудистой жесткости у пациентов с ожирением, вполне возможно, может стать предметом различных исследований. В ранее опубликованной нами работе была показана взаимосвязь показателя СПВ в аорте с нарушениями углеводного обмена и субклиническими поражениями сердца и сосудов у мужчин с избыточной массой тела и ожирением без АГ [12].

Целью данного исследования стал анализ СПВ в аорте как прогностического инструмента оценки вероятности развития АГ у мужчин с ожирением.

Материалы и методы

Было включено 526 нормотензивных мужчин (возраст $45,1 \pm 5,0$ года), асимптомных в отношении ССЗ, без сахарного диабета 2-го типа, с «невысоким» SCORE-риском, с абдоминальным ожирением (окружность талии (ОТ) > 94 см). Выполняли исследование глюкозы, липидов, креатинина крови с последующим определением клубочковой фильтрации, альбуминурии, ультразвуковую оценку сердца и сонных артерий, суточное мониторирование АД (СМАД) с оценкой СПВ в аорте, систолического АД в аорте и индекса аугментации (аппарат BPlab с программным обеспечением Vasotens «МнСДП-3», Россия).

При эхокардиографическом исследовании масса миокарда левого желудочка (ЛЖ) рассчитывалась по формуле ASE, которую в последующем индексировали к росту. Гипертрофия ЛЖ диагностировалась при индексе массы миокарда (ИММ) ЛЖ ≥ 50 г/м^{2,7}. Объем левого предсердия (ЛП) вычисляли методом «эллипсоида». Диастолическую функцию ЛЖ изучали при помощи импульсно-волнового и тканевого доплера [1].

Толщину комплекса интима-медиа (ТКИМ) оценивали в дистальной трети и в области бифуркации общей сонной артерии (СА), а также в проксимальной трети внутренней СА с обеих сторон. За атеросклеротическую бляшку принимали утолщение участка артерии $> 0,5$ мм или на 50 % в сопоставлении с соседними участками или утолщение $> 1,5$ мм с протрузией в просвет сосуда [1].

По окончании второго (наблюдательного) этапа исследования (средняя длительность $46,3 \pm 5,1$ месяца), из которого исключались лица с выявленным субклиническим каротидным атеросклерозом вследствие назначения им гиполипидемической терапии, проводили повторное СМАД.

Статистическую обработку выполняли с помощью пакетов программ Statistica 10 и SPSS Statistics 22. Учитывая нормальный характер распределения, количественные параметры показаны как средняя арифметическая и стандартное отклонение ($M \pm SD$), для качественных данных определены частоты (%). Анализ групп выполнялся на основании двустороннего t-критерия Стьюдента и критерия χ^2 Пирсона, взаимосвязь между качественным признаком и количественными признаками оценивалась методом логистической регрессии. Согласие модели и реальных данных анализировалось методом Хосмера–Лемешова,

качество полученной модели — проведением ROC-анализа.

Результаты

В таблице 1 показаны характеристики пациентов первого этапа исследования. Выделены возрастные подгруппы: от 35 до 45 лет (262 (49,8%) человек) и от 46 до 55 лет (264 (50,2%) человек). Ожирение (по ИМТ) отмечалось у 302 (57,4%) пациентов. Пре-диабет выявлен у 80 (15,2%), нарушение липидного обмена — у 479 (91,1%), альбуминурия высоких градаций (≥ 30 мг/л) — у 49 (9,3%) пациентов. Гипертрофия ЛЖ диагностирована в 50 (9,5%) случаях, диастолическая дисфункция (ДД) ЛЖ отмечалась у 100 (19%) человек. Каротидный атеросклероз верифицирован в 98 (18,6%) случаях.

Среднесуточные величины СПВ в аорте, систолического АД в аорте и индекса аугментации составили $7,4 \pm 0,7$ м/с, $108,5 \pm 5,4$ мм рт. ст. и $-36,2 \pm 18,6\%$ соответственно. Для последующего анализа нами была выбрана СПВ в аорте, в качестве «порогового» значения которой считалась величина ≥ 75 -го перцентиля распределения для соответ-

ствующего возрастного диапазона — 7,7 и 8,2 м/с, с учетом выявленных различий средних значений в данных возрастных группах ($7,3 \pm 0,6$ м/с у мужчин от 35 до 45 лет и $7,7 \pm 0,7$ м/с у мужчин от 46 до 55 лет, $p < 0,01$).

После окончания второго наблюдательного этапа исследования, в который было включено 428 пациентов, доступными для анализа оказались данные для 406 человек: 227 (55,9%) и 179 (44,1%) мужчин первой и второй исходных возрастных групп. По данным повторного СМАД, АД была выявлена у 157 (38,7%) пациентов, в том числе у 72 (31,7%) человек исходной возрастной группы 35–45 лет и 85 (47,5%) человек исходной возрастной группы 46–55 лет.

Как показано в таблице 2, данные пациенты по сравнению с группой в целом характеризовались более высокими исходными значениями возраста, ИМТ и ОТ, ТКИМ СА, ИММ ЛЖ и объема ЛП, среднесуточных показателей АД, частоты сердечных сокращений, СПВ в аорте, индекса аугментации и систолического АД в аорте, большей исходной частотой наличия нарушений углеводного обмена,

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ ПЕРВОГО ЭТАПА ИССЛЕДОВАНИЯ (М $\pm$ SD, %)

Параметр	Значение
Возраст, годы	$45,1 \pm 5,0$
Возрастная группа 35–45 лет, %	49,8
Возрастная группа 46–55 лет, %	50,2
ИМТ, кг/м ²	$31,0 \pm 3,3$
ИМТ ≥ 30 кг/м ² , %	57,4
ОТ, см	$104,3 \pm 7,6$
Нарушение углеводного обмена, %	15,2
Дислипидемия, %	91,1
Альбуминурия высоких градаций, %	9,3
ИММ ЛЖ, г/м ^{2,7}	$40,9 \pm 6,7$
Гипертрофия ЛЖ, %	9,5
Объем ЛП, мл	$44,9 \pm 7,8$
Эхо-признаки ДД ЛЖ, %	19,0
АБ в сонной артерии, %	18,6
ТКИМ в дистальной трети общей СА, мм	$0,74 \pm 0,13$
Максимальная ТКИМ СА, мм	$0,87 \pm 0,22$
Среднесуточное САД, мм рт. ст.	$118,6 \pm 5,6$
Среднесуточное ДАД, мм рт. ст.	$73,6 \pm 3,9$
Среднесуточная ЧСС, уд/мин	$67,5 \pm 7,6$
Среднесуточная СПВ в аорте, м/с	$7,4 \pm 0,7$
Значение 75-го перцентиля СПВ в аорте, м/с	7,7 для лиц 35–45 лет 8,2 для лиц 46–55 лет
Среднесуточный индекс аугментации, %	$-36,2 \pm 18,6$
Среднесуточное САД в аорте, мм рт. ст.	$108,5 \pm 5,4$

Примечание: ИМТ — индекс массы тела; ОТ — окружность талии; ИММ ЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка; ЛЖ — левый желудочек; ЛП — левое предсердие; ДД — диастолическая дисфункция; АБ — атеросклеротическая бляшка; ТКИМ — толщина комплекса интима-медиа; СА — сонная артерия; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; СПВ — скорость пульсовой волны.

Таблица 2

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ С РАЗВИВШЕЙСЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ
ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В НАБЛЮДАТЕЛЬНУЮ ЧАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ (М ± SD, %)**

Исходный параметр	АГ+ (n = 157)	Вся группа (n = 406)
Возраст, годы	45,9 ± 4,6**	44,3 ± 4,9**
ИМТ, кг/м ²	32,0 ± 3,3**	30,9 ± 3,2**
ОТ, см	106,9 ± 7,3**	104,2 ± 7,3**
Среднесуточное САД, мм рт. ст.	120,7 ± 4,6**	118,2 ± 5,5**
Среднесуточное ДАД, мм рт. ст.	74,5 ± 3,4**	73,2 ± 3,9**
Среднесуточная ЧСС, уд/мин	68,5 ± 8,0*	66,9 ± 7,5*
Нарушение углеводного обмена, %	26,1**	11,1**
Дислипидемия, %	98,7	93,6
Альбинурия высоких градаций, %	17,2**	6,9**
ТКИМ в дистальной трети общей СА, мм	0,77 ± 0,12**	0,72 ± 0,11**
Максимальная ТКИМ СА, мм	0,97 ± 0,23**	0,84 ± 0,21**
ИММ ЛЖ, г/м ^{2,7}	42,0 ± 6,7**	39,8 ± 6,2**
Гипертрофия ЛЖ, %	15,3**	5,9**
Объем ЛП, мл	45,1 ± 6,9*	43,7 ± 6,4*
Эхо-признаки ДД ЛЖ, %	21,7**	9,6**
Среднесуточная СПВ в аорте, м/с	7,9 ± 0,4**	7,2 ± 0,7**
Среднесуточная СПВ в аорте ≥ 75 перцентиля, %	72,6**	29,6**
Среднесуточный индекс аугментации, %	-34,2 ± 17,8**	-39,9 ± 16,3**
Среднесуточное САД в аорте, мм рт. ст.	109,5 ± 4,9**	107,6 ± 5,1**

Примечание: АГ — артериальная гипертензия; ИМТ — индекс массы тела; ОТ — окружность талии; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; ТКИМ — толщина комплекса интима-медиа; СА — сонная артерия; ИММ ЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка; ЛЖ — левый желудочек; ЛП — левое предсердие; ДД — диастолическая дисфункция; СПВ — скорость пульсовой волны; * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,001$.

Таблица 3

**ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИОННОГО УРАВНЕНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ
ВЕРОЯТНОСТИ РАЗВИТИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ**

Предиктор	Нестандартизированный коэффициент	Стандартизированный коэффициент	p
Возраст	0,143	0,043	< 0,001
ИМТ	0,135	0,058	< 0,01
САД	0,122	0,039	< 0,001
СПВ в аорте	4,382	0,461	< 0,001
Константа	-57,715	7,336	< 0,001

Примечание: ИМТ — индекс массы тела; САД — систолическое артериальное давление; СПВ — скорость пульсовой волны.

альбинурии высоких градаций, гипертрофии ЛЖ и эхокардиографических признаков ДД ЛЖ, «высокой» СПВ в аорте. Из всех пациентов с исходно «высокой» СПВ в аорте (n = 120) у 95 % человек в последующем была выявлена АГ.

Для оценки возможности использования СПВ в аорте в совокупности с другими факторами при прогнозировании вероятности развития АГ был проведен многофакторный логистический регрессионный анализ с использованием уравнения логистической регрессии с пошаговым включением предикторов (табл. 3).

Компонентами математической модели с общим процентом верных классификаций 91,6 % стали возраст, ИМТ, среднесуточное систолическое АД и среднесуточная СПВ в аорте: $-57,715 + 0,143 \times \text{возраст} + 0,135 \times \text{ИМТ} + 0,122 \times \text{систолическое АД} + 4,382 \times \text{СПВ в аорте}$. Среди данных предикторов среднесуточная СПВ в аорте характеризовалась максимальным стандартизированным коэффициентом регрессии (0,461, $p < 0,001$). Уровень значимости теста согласия Хосмера–Лемешова составил 0,891, что говорит о сопоставимости с реальными данными. При проведении ROC-анализа площадь

под кривой составила 0,945 (95 % доверительный интервал 0,920–0,971, $p < 0,001$), при выбранной точке отсечения величины среднесуточной СПВ в аорте в 7,7 м/с чувствительность и специфичность модели оказались 85,4 % и 96,8 % соответственно.

Обсуждение

С учетом несовершенности существующих сегодня риск-стратификационных шкал, крайне важным остается поиск среди пациентов без ССЗ и с «невысоким» сердечно-сосудистым риском лиц, уже нуждающихся в лечебно-профилактических мероприятиях. Так, в данном исследовании, включившем исходно нормотензивных мужчин с ожирением, асимптомных в отношении ССЗ, без сахарного диабета 2-го типа и SCORE < 5 %, по результатам первого срезового этапа были выявлены пациенты с субклиническими органными поражениями, часть из которых уже нуждалась в назначении гиполипидемической терапии.

В то же время низкая специфичность пороговых значений показателя ОТ в отношении висцерального ожирения ассоциирована с гипердиагностикой высокого кардиоваскулярного риска [6, 8]. Данный факт определяет повышенный интерес к показателям прямой верификации висцеральной жировой ткани [6, 13], а также другим прогностическим инструментам, в частности, показателям сосудистой жесткости [9, 10].

Артериальная жесткость, объединяя долгосрочные негативные последствия многочисленных факторов, в том числе висцерального ожирения и ассоциированных с ним метаболических нарушений, может рассматриваться в качестве своего рода «тканевого» биомаркера, и пациенты с низким или умеренным риском по шкале SCORE, имеющие аномально высокую артериальную жесткость, могут быть отнесены к более высокой категории кардиоваскулярного риска [14].

Это положение получило подтверждение в результатах различных срезовых и наблюдательных исследований, выявивших наличие ассоциации между показателями артериальной жесткости, параметрами кардиоваскулярного ремоделирования, субклиническими органными поражениями и частотой сердечно-сосудистых осложнений [12, 15].

Предложенные нами ранее пороговые величины показателя СПВ в аорте, рассчитанные как величина 75-го перцентиля распределения в соответствии с возрастом, характеризовались способностью выделения пациентов с именно абдоминальным висцеральным ожирением высокого риска [12].

В соответствии с этим, по данным наблюдательного этапа настоящего исследования, вполне

закономерной оказалась более высокой исходная частота наличия «высоких» значений СПВ в аорте у гипертензивных в последующем пациентов: 72,6 % против 29,6 % ($p < 0,001$).

Результаты данного исследования позволяют говорить о показателе СПВ в аорте как о дополнительном прогностическом инструменте при оценке вероятности развития АГ у нормотензивных пациентов с ожирением, характеризующемся высокими значениями чувствительности и специфичности. Предполагая, безусловно, возможный вклад в формирование заболевания других факторов, в том числе на основании имевшихся различий исходных значений целого ряда характеристик в группе пациентов с развившейся в последующем АГ, именно показатель СПВ в аорте вошел в математическую прогностическую модель с высоким уровнем статистической значимости и максимальным стандартизированным коэффициентом регрессионного уравнения.

Таким образом, определение СПВ в аорте у нормотензивных пациентов с ожирением, наиболее вероятно, может являться методом прогнозирования как уже существующего ремоделирования сердца и сосудов [12], так и развития в последующем АГ.

Выводы

1. «Высокие» значения СПВ в аорте ($\geq 7,7$ м/с для лиц 35–45 лет и $\geq 8,2$ м/с для лиц 46–55 лет) у нормотензивных, асимптомных в отношении ССЗ мужчин с ожирением, свидетельствуют о высокой вероятности развития АГ.

2. Полученная математическая модель оценки вероятности развития АГ, включающая показатель СПВ в аорте, характеризуется высоким общим процентом верных классификаций (91,6 %) при сопоставимости с реальными данными.

3. Бифункциональное СМАД при ожирении будет являться методом, оптимизирующим риск-стратификацию пациентов.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. Eur Heart J. 2018;39(33):3021–3104. doi:10.1093/eurheartj/ehy339
2. Forouzanfar M, Liu P, Roth G, Ng M, Biryukov S, Marczak L et al. Global burden of hypertension and systolic blood pressure of at least 110 to 115 mm Hg, 1990–2015. JAMA. 2017;317(2):165–182. doi:10.1001/jama.2016.19043
3. Hall J, do Carmo J, da Silva A, Wang Z, Hall M. Obesity-induced hypertension: interaction of neurohumoral and renal mechanisms.

Circ Res. 2015;116(6):991–1006. doi:10.1161/CIRCRESAHA.116.305697

4. Reisin E, Graves J, Yamal J, Barzilay J, Pressel S, Einhorn P et al. Blood pressure control and cardiovascular outcomes in normal-weight, overweight, and obese hypertensive patients treated with three different antihypertensives in ALLHAT. *J Hypertens*. 2014;32(7):1503–1513. doi:10.1097/HJH.0000000000000204

5. Seravalle G, Grassi G. Obesity and hypertension. *Pharmacol Res*. 2017;122:1–7. doi:10.1016/j.phrs.2017.05.013

6. Чумакова Г. А., Кузнецова Т. Ю., Дружилов М. А., Веселовская Н. Г. Висцеральное ожирение как глобальный фактор сердечно-сосудистого риска. Российский кардиологический журнал. 2018;5:7–14. DBGZHYbCGQWJaCCBP aHtjxsmbRJ PhZAmWx [Chumakova GA, Kuznetsova TY, Druzhilov MA, Veselovskaya NG. Visceral adiposity as a global factor of cardiovascular risk. *Russian Journal of Cardiology*. 2018;5:7–14. DBGZHYbCGQWJaCCBP aHtjxsmbRJ PhZAmWx In Russian].

7. Chandra A, Neeland I, Berry J, Ayers C, Rohatgi A, Das S et al. The relationship of body mass and fat distribution with incident hypertension: observations from the Dallas Heart Study. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(10):997–1002. doi:10.1016/j.jacc.2014.05.057

8. Дружилов М. А., Кузнецова Т. Ю. Гетерогенность фенотипов ожирения в отношении сердечно-сосудистого риска. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2019;18(1):161–167. doi:10.15829/1728-8800-2019-1-162-168 [Druzhilov MA, Kuznetsova TY. Heterogeneity of obesity phenotypes in relation to cardiovascular risk. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2019;18(1):161–167. doi:10.15829/1728-8800-2019-1-162-168 In Russian].

9. Дружилов М. А., Дружилова О. Ю., Отмахов В. В., Кузнецова Т. Ю. Альтернативные инструменты прогнозирования сердечно-сосудистого риска при ожирении: акцент на показатели артериальной жесткости. Российский кардиологический журнал. 2016;12:109–114. doi:10.15829/1560-4071-2016-12-109-114. [Druzhilov MA, Druzhilova OY, Otmakhov VV, Kuznetsova TY. The alternative tools for prediction of cardiovascular risk in obesity: focus on arterial stiffness. *Russ J Cardiol*. 2016;12:109–114. doi:10.15829/1560-4071-2016-12-109-114. In Russian].

10. Васюк Ю. А., Иванова С. В., Школьник Е. Л., Котовская Ю. В., Милиагин В. А., Олейников В. Э. и др. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2016;15(2):4–19. DBGZHYbCGQWJaCCBP aHtjxsmbRJ PhZAmWx [Vasyuk YA, Ivanova SV, Shkolnik EL, Kotovskaya YV, Milyagin VA, Oleynikov VE et al. Consensus of Russian experts on the evaluation of arterial stiffness in clinical practice. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2016;15(2):4–19. doi:10.15829/1728-8800-2016-2-4-19 In Russian].

11. Posokhov I. Pulse wave velocity 24-hour monitoring with one-site measurements by oscillometry. *Med Devices (Auckl)*. 2013;6:11–15. doi:10.2147/MDER.S42082

12. Дружилова О. Ю., Дружилов М. А., Кузнецова Т. Ю. Прогностическое значение показателей артериальной жесткости при оценке кардиометаболического риска у пациентов с ожирением. Российский кардиологический журнал. 2018;5:15–20. doi:10.15829/1560-4071-2018-5-15-20 [Druzhilova OY, Druzhilov MA, Kuznetsova TY. Predictive significance of arterial stiffness parameters in evaluation of cardiometabolic risk in obesity patients. *Russian Journal of Cardiology*. 2018;5:15–20. doi:10.15829/1560-4071-2018-5-15-20 In Russian].

13. Дружилов М. А., Кузнецова Т. Ю. Фибрилляция предсердий, ассоциированная с ожирением: роль эпикардальной жировой ткани в этиопатогенезе аритмии. Российский кардиологический журнал. 2017;7:178–184. doi:10.15829/1560-4071-2017-7-178-184 [Druzhilov MA, Kuznetsova TY. Obesity associated atrial fibrillation: epicardial fat tissue in etiopathogenesis.

Russian Journal of Cardiology. 2017;7:178–184. doi:10.15829/1560-4071-2017-7-178-184 In Russian].

14. Nilsson P. Early vascular ageing — a concept in development. *Eur Endocrinology*. 2015;11(1):26–31. doi:10.17925/EE.2015.11.01.26

15. Ben-Shlomo Y, Spears M, Boustred C, May M, Anderson S, Benjamin E et al. Aortic pulse wave velocity improves cardiovascular event prediction: an individual participant meta-analysis of prospective observational data from 17 635 subjects. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(7):636–646. doi:10.1016/j.jacc.2013.09.063

Информация об авторах

Дружилов Марк Андреевич — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры факультетской терапии, фтизиатрии, инфекционных болезней и эпидемиологии медицинского института ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ, e-mail: drmark1982@mail.ru;

Дружилова Ольга Юрьевна — аспирант кафедры факультетской терапии, фтизиатрии, инфекционных болезней и эпидемиологии медицинского института ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ, e-mail: astrahankinaolga@mail.ru;

Кузнецова Татьяна Юрьевна — доктор медицинских наук, заведующая кафедрой факультетской терапии, фтизиатрии, инфекционных болезней и эпидемиологии медицинского института ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ, e-mail: eme@karelia.ru

Author information

Mark A. Druzhilov, MD, PhD, Assistant, Internal Diseases Department, Medical Institute, Petrozavodsk State University, e-mail: drmark1982@mail.ru;

Olga Y. Druzhilova, MD, PhD Student, Internal Diseases Department, Medical Institute, Petrozavodsk State University, e-mail: astrahankinaolga@mail.ru;

Tatyana Y. Kuznetsova, MD, PhD, DSc, Head, Internal Diseases Department, Medical Institute, Petrozavodsk State University, e-mail: eme@karelia.ru.