

DOI: 10.52727/2078-256X-2024-20-2-100-107

Абдоминальное ожирение и уровни маркеров воспаления и адипокинов у молодых людей с артериальной гипертензией

Я.В. Полонская, Е.В. Каштанова, Е.М. Стахнёва, С.Р. Ледовских,
В.С. Шрамко, Е.В. Садовский, Д.В. Денисова, Ю.И. Рагино

*Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины —
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики
Сибирского отделения Российской академии наук»*

Россия, 630089, г. Новосибирск, ул. Бориса Богаткова, 175/1

Аннотация

Цель: исследовать про- и противовоспалительные маркеры и адипокины крови у молодых людей с артериальной гипертензией (АГ) на фоне абдоминального ожирения (АО). **Материал и методы.** В исследование включили 510 человек, из них 257 человек с АГ, из которых 164 были с АО. Группу контроля (без АГ) составили 253 человек, сопоставимых по полу и возрасту, с АО — 101 человек. У всех в крови методом мультиплексного анализа определяли содержание адипсина, липокалина-2, резистина, ФНО- α , ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-10, ИЛ-17а, ИЛ-17е, ИЛ-17f. Статистическая обработка проводилась в программе SPSS 13.0. **Результаты.** При сравнении изучаемых показателей в исследуемых группах были получены статистически значимые различия для липокалина-2, резистина, адипсина, ИЛ-6 и ИЛ-17а. Все эти показатели были выше в группе с АГ. Разницы между контролем и группой с АГ по остальным биомаркерам выявлено не было. Влияния АО на уровень изучаемых маркеров в контрольной группе выявлено не было. Для основной группы разница между подгруппами с АО и без АО получена для липокалина. Также в группе с АО был значимо выше уровень систолического давления. При проведении корреляционного анализа выявлена слабая связь показателей систолического и диастолического давления с ФНО- α , ИЛ-6, адипсином, липокалином-2, резистином и окружностью талии, связь индекса массы тела с липокалином-2, ИЛ-6 и ФНО- α ($p < 0,01$), сильная связь адипсина, липокалина-2, резистина с ФНО- α и ИЛ-17а ($p < 0,01$). **Заключение.** Из изученных нами маркеров повышенные уровни адипсина, липокалина-2, резистина, ИЛ-6 и ИЛ-17а могут служить в качестве потенциальных биомаркеров, указывающих на высокую вероятность развития ранней АГ у людей до 45 лет. Также уровни систолического и диастолического давления повышаются при увеличении окружности талии.

Ключевые слова: абдоминальное ожирение, адипокины, маркеры воспаления, ранняя артериальная гипертензия, атеросклероз.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: работа выполнялась в рамках государственного задания «Изучение молекулярно-генетических и молекулярно-биологических механизмов развития распространенных терапевтических заболеваний в Сибири для совершенствования подходов к их ранней диагностике и профилактике», 2024–2028 гг. (FWNR-2024-0004). В работе использовались материалы биобанка НИИТФМ — филиал ИЦиГ СО РАН.

Автор для переписки: Полонская Я.В., e-mail: yana-polonskaya@yandex.ru

Для цитирования: Полонская Я.В., Каштанова Е.В., Стахнёва Е.М., Ледовских С.Р., Шрамко В.С., Садовский Е.В., Денисова Д.В., Рагино Ю.И. Абдоминальное ожирение и уровни маркеров воспаления и адипокинов у молодых людей с артериальной гипертензией. *Атеросклероз*, 2024; 20 (2): 100–107. doi: 10.52727/2078-256X-2024-20-2-100-107

Abdominal obesity and levels of inflammatory markers and adipokines in young people with hypertension

Ya.V. Polonskaya, E.V. Kashtanova, E.M. Stakhneva, S.R. Ledovskikh, V.S. Shramko, E.V. Sadovski, D.V. Denisova, Yu.I. Ragino

*Research Institute of Internal and Preventive Medicine –
Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences
175/1, Boris Bogatkov str., Novosibirsk, 630089, Russia*

Abstract

Objective: to investigate pro- and anti-inflammatory markers and blood adipokines in young people with arterial hypertension (AH) on the background of abdominal obesity (AO). **Materials and methods.** 510 people were included in the study, of which 257 people with hypertension, of which 164 were with AO. In the control group (without AH) there were 253 people of comparable gender and age, with AO – 101 people. The content of adipsin, lipocalin-2, resistin, TNF- α , IL-6, IL-8, IL-10, IL-17a, IL-17e, IL-17f was determined in all blood by multiplex analysis. Statistical processing was carried out in the SPSS 13.0 program. **Results.** When comparing the studied parameters in the studied groups, statistically significant differences were obtained for lipocalin-2, resistin, adipsin, IL-6 and IL-17a, all these indicators were higher in the group with hypertension. There was no difference between the control and the group with hypertension in other biomarkers. There was no effect of AO on the level of the studied markers in the control group. For the main group, the difference between the subgroups with and without AO was obtained for lipocalin. Also, the systolic pressure level was significantly higher in the group with AO. Correlation analysis revealed a weak association of systolic and diastolic blood pressure with TNF- α , IL-6, adipsin, lipocalin-2, resistin and waist circumference. the association of body mass index with lipocalin-2, IL-6 and TNF- α ($p < 0.01$), a strong association of adipsin, lipocalin-2, resistin with TNF- α and IL-17a ($p < 0.01$). **Conclusion.** Of the markers we studied, elevated levels of adipsin, lipocalin-2, resistin, IL-6 and IL-17a can serve as potential biomarkers indicating a high probability of developing early hypertension in people under 45 years of age. Systolic and diastolic blood pressure levels also increase with an increase in waist circumference.

Keywords: abdominal obesity, adipokines, markers of inflammation, early arterial hypertension, atherosclerosis.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The work was carried out within the framework of the state task “Studying molecular genetic and molecular biological mechanisms of the development of common therapeutic diseases in Siberia to improve approaches to their early diagnosis and prevention”, 2024–2028 (FWNR-2024-0004). The materials of the biocollection NIITPM – branch of ICiG SB RAS were used in the work.

Correspondence: Polonskaya Ya.V., e-mail: yana-polonskaya@yandex.ru

Citation: Polonskaya Ya.V., Kashtanova E.V., Stakhneva E.M., Ledovskikh S.R., Shramko V.S., Sadovski E.V., Denisova D.V., Ragino Yu.I. Abdominal obesity and levels of inflammatory markers and adipokines in young people with hypertension. *Atherosclerosis*, 2024; 20 (2): 100–107. doi: 10.52727/2078-256X-2024-20-2-100-107

Введение

Артериальная гипертензия (АГ) и атеросклероз – основные факторы сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). АГ и атеросклероз – это ка-морбидные заболевания, обусловленные общими этиологическими и патогенетическими факторами. Как правило, АГ развивается на фоне или вследствие атеросклероза. Независимо от возраста даже редкие эпизоды повышения артериального давления приводят к сердечно-сосудистым осложнениям [1, 2]. По данным ЭССЕ-РФ распространенность АГ среди взрослого населения России достигает 44,2 % [3]. Важным

фактором, который коррелирует с повышением артериального давления и развитием атеросклероза, является ожирение, распространенность которого в России достигает 55 %, с каждым годом все выше процент молодых людей с АО [4]. Сочетание АГ с ожирением может способствовать прогрессированию ССЗ, прежде всего за счет воспалительных реакций. Патологические процессы, лежащие в основе влияния ожирения на развитие артериальной гипертензии, мало изучены, особенно в молодом, трудоспособном возрасте до 45 лет. Учитывая влияние ожирения на здоровье человека в целом и то, что ранняя диагностика позволяет вовремя

провести профилактику и эффективное лечение столь распространенного заболевания, целью нашей работы было исследовать цитокиновый и адипокиновый профиль крови у молодых людей с ранней АГ, в том числе на фоне АО, для выявления потенциальных биохимических маркеров, которые позволят диагностировать возможность развития АГ в молодом возрасте.

Материал и методы

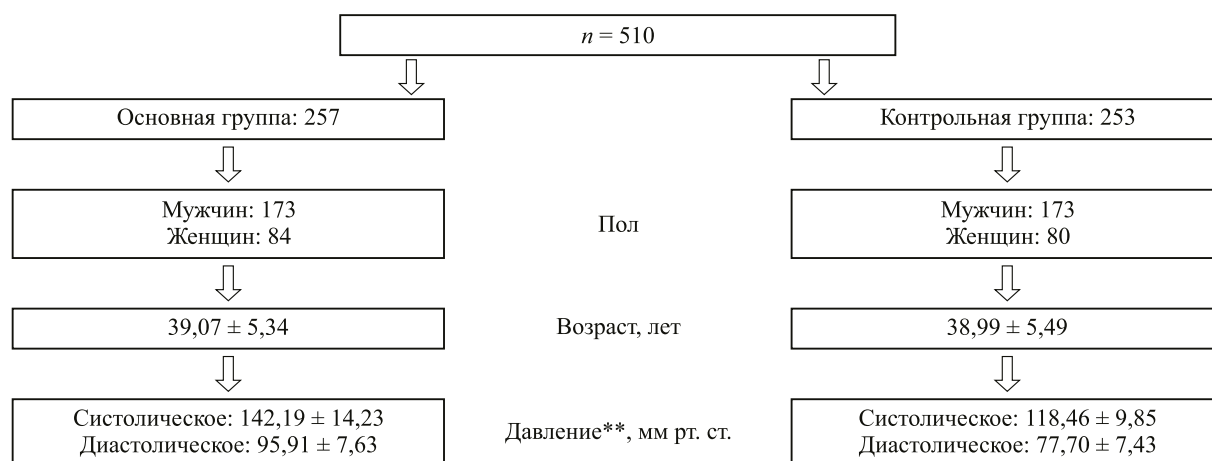
Исследование провели на выборке из популяционного скрининга молодых жителей (возраст 25–45 лет) города Новосибирска, который проводился в НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН. Протокол исследования одобрен Этическим комитетом НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН. Отобрали 510 человек, заполнивших анкеты и информационное согласие на участие в исследовании, провели антропометрические и инструментальные исследования и забрали биологический материал. Всех пациентов разделили на основную и контрольную группы (рисунок). В основную группу вошли пациенты с впервые выявленной артериальной гипертензией. Диагноз ставился при среднем систолическом давлении больше 140 мм рт. ст. и/или диастолическом больше 90 мм рт. ст., согласно клиническим рекомендациям «Артериальная гипертензия у взрослых», утвержденным Минздравом России в 2020 г. [5]. В основной группе было 164 человека с абдоминальным ожирением, которое регистрировали при окружности талии более 80 см у женщин и более 94 см у мужчин. В контрольную группу случайным образом отобрали 253 человека, сопоставимых с основной группой по возрасту и полу, с уровнем систолического давления меньше 140 мм рт. ст. и диастолического меньше 90 мм рт. ст.

Кровь для биохимического исследования забирали из локтевой вены не ранее, чем через 12 часов после последнего приема пищи. Определение липокалина-2, адипсина, резистина, фактора некроза опухоли- α (ФНО- α), интерлейкина-6 (ИЛ-6), ИЛ-8, ИЛ-10, ИЛ-17а, ИЛ-17е, ИЛ-17f проводили методом мультиплексного анализа с использованием набора «HCYTMAg-60K-PX41» и «Human Adipokine Magnetic Bead Panel 1» (EMD Millipore Corporation, Германия) на проточном цитометре Luminex 20 MAGPIX. Статистическая обработка проводилась в программе SPSS 13.0. Проверка на нормальность распределения осуществлялась методом Колмогорова – Смирнова. Анамнестические данные в тексте представлены в виде среднего \pm стандартное отклонение. Количественные признаки представлены в виде медианы (Me), 25 и 75 процентов (Q25 %; Q75 %). Группы сравнивались по критерию Манна – Уитни. В корреляционном анализе использовался коэффициент Спирмена. Для выявления ассоциативных связей проведен многофакторный логистический регрессионный анализ. Статистическую значимость принимали при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Уровни адипсина, липокалина-2, резистина, ФНО- α , ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-10, ИЛ-17а, ИЛ-17е, ИЛ-17f в сыворотке крови основной и контрольной групп представлены в табл. 1. При сравнении изучаемых показателей в исследуемых группах получены статистически значимые различия для липокалина-2, резистина, адипсина, ИЛ-6 и ИЛ-17а.

При изучении содержания липокалина-2, важного биомаркера процессов, связанных с окислительным стрессом и воспалением, мы



Характеристика исследуемых групп. ** $p < 0,01$
 Characteristics of the study groups. ** $p < 0.01$

Таблица 1

Уровень исследуемых маркеров у молодых людей с артериальной гипертензией и без нее

Table 1

The level of the studied markers in young people without and with arterial hypertension

Показатель / Indicator	Без гипертензии / Without hypertension	С гипертензией / With hypertension	p
	Q50 % [Q25 %; Q75 %]	Q50 % [Q25 %; Q75 %]	
Липокалин-2, мкг/мл / Lipokalin-2, mkg/ml	1,82 [0,26; 3,18]	2,36 [0,55; 3,29]	0,039
Резистин, мкг/мл / Resistin, mkg/ml	1,31 [0,21; 1,63]	1,45 [1,18; 1,7]	0,042
Адипсин, мкг/мл / Adipsin, mkg/ml	23,79 [8,6; 32,78]	30,25 [18,68; 33,24]	<0,0001
ИЛ-6, пкг/мл / IL-6, pg/ml	9,79 [4,34; 16,38]	14,97 [7,41; 21,51]	<0,0001
ИЛ-8, пкг/мл / IL-8, pg/ml	7,77 [5,66; 12,62]	8,62 [5,51; 12,62]	0,928
ИЛ-10, пкг/мл / IL-10, pg/ml	1,14 [0,76; 2,01]	1,01 [0,52; 1,89]	0,27
ИЛ-17а, пкг/мл / IL-17a, pg/ml	1,56 [1,21; 1,75]	2,56 [1,85; 3,01]	0,022
ИЛ-17е, пкг/мл / IL-17e, pg/ml	190,21 [186,23; 415,24]	193,41 [124,06; 277,2]	0,186
ИЛ-17f, пкг/мл / IL-17f, pg/ml	6,62 [3,55; 12,79]	6,72 [2,19; 10,58]	0,82
ФНО-α, пкг/мл / TNF-α, pg/ml	21,66 [6,52; 27,6]	18,68 [5,04; 26,38]	0,082

получили более высокие уровни этого маркера у пациентов с гипертензией, особенно у пациентов с АО (табл. 2). Наши данные совпадают с данными А.К. Aguayo et al.: уровень липокалина-2 коррелировал со степенью ожирения, внутренней артериальной жесткостью и скоростью пульсовой волны [6].

Адипсин, который в значительных количествах синтезируется адипоцитами, моноцитами и макрофагами, участвует в миграции клеток, иммунном ответе, дифференцировке адипоцитов и инсулинорезистентности, является основным связующим звеном между жировыми клетками, ожирением и функцией β-клеток [7]. Патологическая роль этого маркера в сердечно-со-

судистых заболеваниях мало изучена. Т. Ohtsuki et al показали, что у пациентов с ишемической болезнью сердца более высокие уровни адипсина достоверно связаны со смертью от всех причин и с повторной госпитализацией [8]. В нашем исследовании уровень адипсина были в 1,27 раза выше у пациентов с АГ, связан с развитием артериальной гипертензии в молодом возрасте. Особенно высокие уровни были у пациентов с АГ в сочетании с АО – в 1,31 раза выше, чем в контрольной группе.

Важный маркер, играющий роль в формировании сосудистых нарушений через стимуляцию воспаления, активацию эндотелия и пролиферацию гладкомышечных клеток, – резистин [9].

Таблица 2

Уровень изучаемых маркеров у пациентов основной группы в зависимости от наличия/отсутствия абдоминального ожирения

Table 2

The level of the studied markers in patients of the main group depending on the presence/absence of abdominal obesity

Показатель / Indicator	Без АО / Without AO	С АО / With AO	p
Адипсин, мкг/мл / Adipsin, mkg/ml	27,32 [16,6; 32,93]	30,9 [20,32; 33,76]	0,133
Липокалин-2, мкг/мл / Lipokalin-2, mkg/ml	2,14 [0,54; 2,97]	2,65 [0,55; 3,46]	0,049
Резистин, мкг/мл / Resistin, mkg/ml	1,42 [1,14; 1,68]	1,47 [1,19; 1,71]	0,497
ФНО-α, пкг/мл / TNF-α, pg/ml	17,72 [4,2; 25,2]	19,52 [5,81; 27,14]	0,099
ИЛ-6, пкг/мл / IL-6, pg/ml	13,38 [9,96; 20,01]	15,49 [6,5; 23,23]	0,17
ИЛ-8, пкг/мл / IL-8, pg/ml	8,62 [4,87; 12,8]	8,47 [5,94; 12,23]	0,764
ИЛ-10, пкг/мл / IL-10, pg/ml	0,77 [0,49; 3,26]	1,01 [0,52; 1,89]	0,849
ИЛ-17а, пкг/мл / IL-17a, pg/ml	2,05 [1,1; 6,4]	1,56 [1,21; 1,56]	0,164
ИЛ-17е, пкг/мл / IL-17e, pg/ml	291,15 [152,2; 448,14]	165,35 [124,06; 193,21]	0,164
ИЛ-17f, пкг/мл / IL-17f, pg/ml	12,36 [5,76; 120,12]	3,59 [2,15; 10,13]	0,109

Наши данные по уровню этого маркера совпадают с данными Е.Н. Смирновой и соавт. [10], в исследовании которых повышенный уровень артериального давления при ожирении сопровождался высоким уровнем резистина и коррелировал с результатами исследования S. Niaz et al. [11], которые показали прогрессивное повышение уровня резистина в сыворотке крови у пациентов с артериальной гипертензией и ИБС по сравнению со здоровыми субъектами. При проведении нами логистического анализа резистин проявил себя как значимый фактор, влияющий на развитие артериальной гипертензии в молодом возрасте независимо от наличия ожирения.

Данные об уровне провоспалительного цитокина ИЛ-6 у пациентов с АГ противоречивы. По данным А.И. Хачировой [12], не было выявлено статистически значимых различий между группами с гипертензией и контрольной, видимо это связано с небольшой выборкой одного пола — 60 мужчин. По данным Г.П. Адаменко и соавт. [13], концентрация ИЛ-6 была выше у пациентов с АГ по сравнению с контрольной, что согласуется с нашими данными. Уровень ИЛ-6 был выше в основной группе ($p < 0,0001$) на 52,91 % по сравнению с группой контроля.

Концентрация ИЛ-10, являющегося одним из основных ингибиторов синтеза провоспалительных цитокинов, между группами не отличалась (см. табл. 2). В то же время коэффициент цитокинового отношения ИЛ-6/ИЛ-10, который отражает выраженность воспалительного процесса и дисфункцию иммунной защиты на доклинических стадиях развития заболевания, у пациентов с гипертензией был выше в 1,7 раза, что согласуется с данными Г.Ж. Сурановой и соавт. [14]

Важная роль в прогрессировании гипертензии принадлежит ИЛ-17, который имеет несколько изоформ. Мы изучали наиболее распространенные ИЛ-17а, ИЛ-17е и ИЛ-17ф. Уровень ИЛ-17а, который уменьшает NO-зависимую вазодилатацию, участвует в ремоделировании сосудов и способствует повышению артериального давления, был выше у пациентов с гипертензией в 1,64 раза ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой. Наши данные согласуются с результатами других авторов [15, 16]. Концентрации ИЛ-17е и ИЛ-17ф между группами не отличались (см. табл.1).

Несмотря на то что ряд авторов указывал на увеличение концентрации ИЛ-8 у пациентов с гипертензией [17], в нашем исследовании раз-

ницы между контролем и группой с АГ по данному показателю выявлено не было, что может быть связано с более молодой выборкой пациентов в нашем исследовании.

Далее мы рассмотрели уровни изучаемых биомолекул у пациентов с артериальной гипертензией в зависимости от наличия абдоминального ожирения (см. табл. 2). Влияния АО на уровень изучаемых маркеров в контрольной группе выявлено не было. Для основной группы разница между подгруппами с АО и без АО получена только для липокалина. Также в группе с АО уровень систолического давления был значимо выше ($p < 0.05$)

При проведении корреляционного анализа для оценки связи изучаемых биомаркеров с параметрами, характеризующими артериальную гипертензию, выявлена слабая связь показателей систолического и диастолического давления с ФНО- α , ИЛ-6, адипсином, липокалином-2, резистином и окружностью талии, связь индекса массы тела с липокалином-2, ИЛ-6 и ФНО- α ($p < 0,01$). При анализе взаимодействия адипокинов с маркерами воспаления выявлена сильная корреляционная связь адипсина, липокалина-2, резистина с ФНО- α и ИЛ-17а ($p < 0.01$).

Заключение

Таким образом, из изученных нами маркеров повышенные уровни адипсина, липокалина-2, резистина, ИЛ-6 и ИЛ-17а могут служить в качестве потенциальных биомаркеров, указывающих на высокую вероятность развития ранней АГ у людей до 45 лет. Также уровни систолического и диастолического давления повышаются при увеличении окружности талии. В целом, исследования в этой области помогут создать аналитические модели, позволяющие путем определения ряда биомолекул выявлять среди трудоспособного населения пациентов с риском развития АГ в молодом возрасте, для дальнейшего проведения профилактических мероприятий, таких как коррекция модифицируемых факторов риска.

Ограничения

В данной статье представлено одномоментное исследование. Для уточнения риска развития АГ в соответствии с изучаемыми биомаркерами требуется дальнейшее проспективное наблюдение за обследованными.

Список литературы / References

1. Чазова И.Е., Чихладзе Н.М., Блинова Н.В., Белая Ж.Е., Данилов Н.М., Елфимова Е.М., Литвин А.Ю., Рожинская Л.Я., Свириденко Н.Ю., Швецов М.Ю., Азизов В.А., Григоренко Е.А., Митковская Н.П., Мустафаев И.И., Полупанов А.Г., Сарыбаев А.Ш., Хамидуллаева Г.А. Евразийские клинические рекомендации по диагностике и лечению вторичных (симптоматических) форм артериальной гипертензии (2022). *Евраз. кардиол. журн.*, 2023; (1): 6–65. doi: 10.38109/2225-1685-2023-1-6-6 [Chazova I.E., Chikhladze N.M., Blinova N.V., Belaya Zh.E., Danilov N.M., Elfimova E.M., Litvin A.Yu., Rozhinskaya L.Ya., Sviridenko N.Yu., Shvetsov M.Yu., Azizov V.A., Grigorenko E.A., Mitkovskaya N.P., Mustafaev I.I., Polupanov A.G., Sarybaev A.Sh., Khamidullaeva G.A. Eurasian clinical guidelines for the diagnosis and treatment of secondary (symptomatic) forms of arterial hypertension (2022). *Eur. Cardiol. J.*, 2023; (1): 6–65. (In Russ.). doi: 10.38109/2225-1685-2023-1-6-6].
2. Benjamin E.J., Blaha M.J., Chiuve S.E., Cushman M., Das S.R., Deo R., de Ferranti S.D., Floyd J., Fornage M., Gillespie C., Isasi C.R., Jiménez M.C., Jordan L.C., Judd S.E., Lackland D., Lichtman J.H., Lisabeth L., Liu S., Longenecker C.T., Mackey R.H., Matsushita K., Mozaffarian D., Mussolino M.E., Nasir K., Neumar R.W., Palaniappan L., Pandey D.K., Thiagarajan R.R., Reeves M.J., Ritchey M., Rodriguez C.J., Roth G.A., Rosamond W.D., Saxon C., Towfighi A., Tsao C.W., Turner M.B., Virani S.S., Voeks J.H., Willey J.Z., Wilkins J.T., Wu J.H., Alger H.M., Wong S.S., Muntner P. Heart disease and stroke statistics-2017 update: A report from the American Heart Association. *Circulation*, 2017; 135 (10): 146–603. doi: 10.1161/CIR.0000000000000485
3. Баланова Ю.А., Шальнова С.А., Имаева А.Э., Капустина А.В., Муромцева Г.А., Евстифеева С.Е., Тарасов В.И., Редько А.Н., Викторова И.А., Прищепа Н.Н., Якушин С.С., Бойцов С.А., Драпкина О.М., Константинов В.В., Покровская М.С., Ефимова И.А., Сивакова О.В., Алексеенко С.Н., Губарев С.В., Ливзан М.А., Журавлева И.А., Рожкова М.Ю., Везикова Н.Н., Скопец И.С., Филиппов Е.В., Добрынина Н.В., Никулина Н.Н., Переверзева К.Г., Мосейчук К.А. Распространенность артериальной гипертензии, охват лечением и его эффективность в российской Федерации (данные наблюдательного исследования ЭССЕ-РФ-2). *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*, 2019; 14 (5): 450–466. doi: 10.20996/1819-6446-2019-15-4-450-466 [Balanova Yu.A., Shalnova S.A., Imaeva A.E., Kapustina A.V., Muromtseva G.A., Evstifeeva S.E., Tarasov V.I., Redko A.N., Viktorova I.A., Prishchepa N.N., Yakushin S.S., Boytsov S.A., Drapkina O.M., Konstantinov V.V., Pokrovskaya M.S., Efimova I.A., Sivakova O.V., Alekseenko S.N., Gubarev S.V., Livzan M.A., Zhuravleva I.A., Rozhkova M.Yu., Vezikova N.N., Skopets I.S., Filippov E.V., Dobrynina N.V., Nikulina N.N., Pereverzeva K.G., Moiseychuk K.A. Prevalence of arterial hypertension, treatment and its effectiveness in Russian Federation (The data of observational study ESSE-RF 2). *The Rational Pharmacotherapy in Cardiology*, 2019; 14 (5): 450–466. (In Russ.). doi: 10.20996/1819-6446-2019-15-4-450-466].
4. Жернакова Ю.В., Железнова Е.А., Чазова И.Е., Ощепкова Е.В., Долгушева Ю.А., Яровая Е.Б., Блинова Н.В., Орловский А.А., Коносова И.Д., Шальнова С.А., Ротарь О.П., Конради А.О., Шляхто Е.В., Бойцов С.А., Баланова Ю.А., Евстифеева С.Е., Капустина А.В., Константинов В.В., Муромцева Г.А., Оганов Р.Г., Мамедов М.Н. Распространенность абдоминального ожирения в субъектах Российской Федерации и его связь с социально-экономическим статусом, результаты эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ. *Терапевт. арх.*, 2018; 90 (10): 14–22. doi: 10.26442/terarkh2018901014-22
5. Zhernakova Yu.V., Zheleznova E.A., Chazova I.E., Oshchepkova E.V., Dolgusheva Yu.A., Yarovaya E.B., Blinova N.V., Orlovsky A.A., Konosova I.D., Shalnova S.A., Rotar' O.P., Konradi A.O., Shlyakhto E.V., Boytsov S.A., Balanova Yu.A., Evstifeeva S.E., Kapustina A.V., Konstantinov V.V., Muromtseva G.A., Oganov R.G., Mamedov M.N. The prevalence of abdominal obesity in the constituent entities of the Russian Federation and its relationship with socioeconomic status, results of an epidemiological study ESSE-RF. *Therapeutic archive*, 2018; 90 (10): 14–22. (In Russ.). doi: 10.26442/terarkh2018901014-22].
6. Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Недогода С.В., Шляхто Е.В., Арутюнов Г.П., Баранова Е.И., Барбараш О.Л., Бойцов С.А., Вавилова Т.В., Виллельвальде С.В., Галавич А.С., Глезер М.Г., Гринева Е.Н., Гринштейн Ю.И., Драпкина О.М., Жернакова Ю.В., Звартан Н.Э., Кисляк О.А., Козиолова Н.А., Космачева Е.Д., Котовская Ю.В., Либис Р.А., Лопатин Ю.М., Небиеридзе Д.В., Недошивин А.О., Остроумова О.Д., Ощепкова Е.В., Ратова Л.Г., Скибицкий В.В., Ткачева О.Н., Чазова И.Е., Чесникова А.И., Чумакова Г.А., Шальнова С.А., Шестакова М.В., Якушин С.С., Янишевский С.Н. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2020. *Рос. кардиол. журн.*, 2020; 25 (3): 3786. doi: 10.15829/1560-4071-2020-3-3786 [Kobalava Z.D., Konradi A.O., Nedogoda S.V., Shlyakhto E.V., Arutyunov G.P., Baranova E.I., Barbarash O.L., Boitsov S.A., Vavilova T.V., Villevalde S.V., Galyavich A.S., Glezer M.G., Grineva E.N., Grinstein Yu.I., Drapkina O.M., Zhernakova Yu.V., Zvartau N.E., Kislyak O.A., Koziolova N.A., Kosmacheva E.D., Kotovskaya Yu.V., Libis R.A., Lopatin Yu.M., Nebiridze D.V., Nedoshivin A.O., Ostroumova O.D., Oschepkova E.V., Ratova L.G., Skibitsky V.V., Tkacheva O.N., Chazova I.E., Chesnikova A.I., Chumakova G.A., Shalnova S.A., Shestakova M.V., Yakushin S.S., Yanishevsky S.N. Arterial hypertension in adults. Clinical guidelines 2020. *Russian Journal of Cardiology*, 2020; 25 (3): 3786. (In Russ.). doi: 10.15829/1560-4071-2020-3-3786].
7. Aguayo A.K.G., Lista F.J.M., Herrera M.Á.R., Hernández B.S., Ortega M.G., Rizo V.D., Martín E.V., Trujillo X., Nava J.G., Muñoz E.C., Alfonso M.F. Lipocalin-2 correlates with arterial stiffness in obese patients. *Journal of Hypertension*, 2021; 39, p e109. doi: 10.1097/01.hjh.0000745520.21980.d2

8. Dare A., Chen S.Y. Adipsin in the pathogenesis of cardiovascular diseases. *Vascul Pharmacol.*, 2024; 154: 107270. doi: 10.1016/j.vph.2023.107270
9. Ohtsuki T., Satoh K., Shimizu T., Ikeda S., Kikuchi N., Satoh T., Kurosawa R., Nogi M., Sunamura S., Yaoita N., Omura J., Aoki T., Tatebe S., Sugimura K., Takahashi J., Miyata S., Shimokawa H. Identification of adipsin as a novel prognostic biomarker in patients with coronary artery disease. *J. Am. Heart. Assoc.*, 2019; 8 (23): e013716. doi: 10.1161/JAHA.119.013716
10. Farkhondeh T., Llorens S., Pourbagher-Shahri A.M., Ashrafizadeh M., Talebi M., Shakibaei M., Samarghandian S. An overview of the role of adipokines in cardiometabolic diseases. *Molecules*, 2020; 25 (21): 5218. doi: 10.3390/molecules25215218
11. Смирнова Е.Н., Шульгина С.Г. Динамика уровня лептина, растворимых рецепторов лептина, индекса свободного лептина и резистина при снижении массы тела у больных артериальной гипертензией, ассоциированной с ожирением. *Артериальная гипертензия*, 2016; 22 (4): 382–388. doi: 10.18705/1607-419X-2016-22-4-382-388 [Smirnova E.N., Shulgina S.G. Dynamics of the level of leptin, soluble leptin receptors, free leptin index and resistin during weight loss in patients with arterial hypertension associated with obesity. *Arterial Hypertension*. 2016; 22 (4): 382–388. (In Russ.). doi: 10.18705/1607-419X-2016-22-4-382-388].
12. Niaz S., Latif J., Hussain S. Serum resistin: A possible link between inflammation, hypertension and coronary artery disease. *Pak. J. Med. Sci.*, 2019; 35 (3): 641–646. doi: 10.12669/pjms.35.3.274
13. Хачирова А.И. Содержание интерлейкина-6 у мужчин с артериальной гипертензией с умеренным и высоким кардиоваскулярным риском. *Атеросклероз*, 2023; 19 (3): 257–258. doi: 10.52727/2078-256X-2023-19-3-257-258 [Khachirova A.I. Interleukin-6 content in men with arterial hypertension with moderate and high cardiovascular risk. *Atherosclerosis*, 2023; 19 (3): 257–258. (In Russ.). doi: 10.52727/2078-256X-2023-19-3-257-258].
14. Адаменко Г.П., Головко Е.С., Скребло Е.И., Тихон Т.В. Маркеры внутрисосудистого воспаления и профиль цитокинов при артериальной гипертензии. *Проблемы здоровья и экологии*, 2014; (2): 40–44. doi: 10.51523/2708-6011.2014-11-2-8 [Adamenko G.P., Golovko E.S., Skreblo E.I., Tikhon T.V. Markers of intravascular inflammation and cytokine profile in arterial hypertension. *Health and Environmental Problems*, 2014; (2): 40–44. (In Russ.). doi: 10.51523/2708-6011.2014-11-2-8].
15. Суранова Г.Ж., Майназарова Э.С., Тухватшин Р.Р. Анализ уровней цитокинов у больных атеросклерозом периферических сосудов в условиях техногенного загрязнения. *Рус. мед. журн.*, 2018; 11 (1): 27–30. [Suranova G.Zh., Maynazarova E.S., Tuhvatshin R.R. Analysis of cytokine levels in patients with atherosclerosis of peripheral vessels under conditions of technological pollution. *RMJ*, 2018; 11 (1): 27–30. (In Russ.)].
16. Plante T.B., Juraschek S.P., Howard G., Howard V.J., Tracy R.P., Olson N.C., Judd S.E., Kamin Mukaz D., Zakai N.A., Long D.L., Cushman M. Cytokines, C-reactive protein, and risk of incident hypertension in the REGARDS study. *Hypertension*, 2024; 81 (6): 1244–1253. doi: 10.1161/HYPERTENSION.123.22714
17. Ji Q., Cheng G., Ma N., Huang Y., Lin Y., Zhou Q., Que B., Dong J., Zhou Y., Nie S. Circulating Th1, Th2, and Th17 levels in hypertensive patients. *Dis. Markers*, 2017; 2017: 7146290. doi: 10.1155/2017/7146290
18. Агарков Н.М., Маркелова Е.А., Маркелов М.Ю., Коняев Д.А., Лутай Ю.А. Цитокиновый профиль пожилых больных с метаболическим синдромом и артериальной гипертензией. *Клин. геронтология*, 2020; 26 (5-6): 5–10. doi: 10.26347/1607-2499202005-06005-010 [Agarkov N.M., Markelova E.A., Markelov M.Yu., Konyaev D.A., Lutai Yu.A. Cytokine profile of elderly patients with metabolic syndrome and arterial hypertension. *Clin. Gerontol.*, 2020; 26 (5-6): 5–10. (In Russ.). doi: 10.26347/1607-2499202005-06005-010].

Сведения об авторах:

Яна Владимировна Полонская, д-р биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0002-3538-0280, e-mail: yana-polonskaya@yandex.ru

Елена Владимировна Каштанова, д-р биол. наук, зав. лабораторией клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0003-2268-4186

Екатерина Михайловна Стахнёва, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0003-0484-6540

София Радиковна Ледовских, младший научный сотрудник, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0001-7345-0473

Виктория Сергеевна Шрамко, канд. мед. наук, научный сотрудник лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0002-0436-2549

Евгений Викторович Садовский, младший научный сотрудник лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0001-7350-534X

Диана Вахтанговна Денисова, д-р мед. наук, главный научный сотрудник лаборатории профилактической медицины, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0002-2470-2133

Юлия Игоревна Рагино, д-р мед. наук, чл.-корр. РАН, руководитель НИИТПМ – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия, ORCID: 0000-0002-4936-8362

Information about the authors:

Yana V. Polonskaya, senior researcher at the laboratory of clinical biochemical and hormonal studies of therapeutic diseases, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0002-3538-0280, e-mail: yana-polonskaya@yandex.ru

Elena V. Kashtanova, head of the laboratory of clinical biochemical and hormonal studies of therapeutic diseases, Russia, ORCID: 0000-0003-2268-4186

Ekaterina M. Stakhneva, senior researcher at the laboratory of clinical biochemical and hormonal studies of therapeutic diseases, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0003-0484-6540

Sofya R. Ledovskikh, resident, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0001-7345-0473

Victoria S. Shramko, researcher at the laboratory of clinical biochemical and hormonal studies of therapeutic diseases, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0002-0436-2549

Evgeny V. Sadovski, junior researcher at the laboratory of clinical biochemical and hormonal studies of therapeutic diseases, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0001-7350-534X

Diana V. Denisova, chief researcher, laboratory of preventive medicine, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0002-2470-2133

Yulia I. Ragino, MD, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, head of IIPM – Branch of ICiG SB RAS, Novosibirsk, Russia, ORCID: 0000-0002-4936-8362

Статья поступила 20.02.2024

После доработки 19.04.2024

Принята к печати 07.05.2024

Received 20.02.2024

Revision received 19.04.2024

Accepted 07.05.2024

