

Состояние сосудистой стенки и уровень мочевой кислоты у мужчин с низким и умеренным сердечно-сосудистым риском в зависимости от индекса массы тела

© В.А. ДАДАЕВА^{1,2}, А.И. КОРОЛЕВ¹, А.А. ФЕДОРОВИЧ^{1,3}, А.У. ГЕБЕКОВА², А.В. СТРЕЛКОВА¹, А.Ю. ГОРШКОВ¹, О.М. ДРАПКИНА¹

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Москва, Россия;

²ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы» Минобрнауки России, Москва, Россия;

³Государственный научный центр Российской Федерации — Институт медико-биологических проблем Российской академии наук Минобрнауки России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

В настоящее время результаты многих исследований указывают на потенциальную связь ожирения и гиперурикемии, однако влияние данной взаимосвязи на жесткость сосудистой стенки изучено недостаточно.

Цель исследования. Оценить состояние сосудистой стенки и уровень мочевой кислоты (МК) у мужчин с низким и умеренным сердечно-сосудистым риском в зависимости от индекса массы тела (ИМТ).

Материал и методы. В исследование включены 333 мужчины в возрасте от 25 до 69 лет с нормальным уровнем артериального давления, которые субъективно считали себя абсолютно здоровыми, не предъявляли никаких жалоб, не принимали медикаментозных препаратов на постоянной основе. В зависимости от ИМТ они разделены на 3 группы: 1-я группа ($n=52$) — лица с нормальным ИМТ, 2-я группа ($n=185$) — лица с избыточной массой тела, 3-я группа ($n=96$) — лица с ожирением I—III степени. В зависимости от уровня МК пациенты 2-й и 3-й групп распределены в подгруппы: подгруппы 2а и 2б — 149 и 36 человек и подгруппы 3а и 3б — 57 и 39 человек с уровнем МК $\leq 7,2$ мг/дл и $>7,2$ мг/дл соответственно. Комплекс обследований включал в себя осмотр, подсчет антропометрических показателей, фотоплетизмографию (ФПГ) на указательном пальце левой кисти, объемную сфигмографию, забор венозной крови для лабораторных исследований, а также суточное мониторирование уровня артериального давления.

Результаты. Выявлено, что уровень МК увеличивался прямо пропорционально ИМТ. Окружность талии была статистически значимо больше у пациентов с ожирением и гиперурикемией по сравнению с пациентами с ожирением и нормальным уровнем МК ($p=0,026$). Мужчины с ожирением имели большие индекс жесткости терминальных мышечных артерий и расщепительных артериол ($p=0,050$), длительность пульсовой волны ($p<0,01$), а также значения CAVI ($p=0,050$) и систолического давления в аорте ($p=0,008$) относительно мужчин с избыточной массой тела. Кроме того, по мере увеличения массы тела у мужчин снижался уровень сатурации, что способствовало статистически значимым различиям между тремя анализируемыми группами по данным показателям ($p<0,01$). Продолжительность систолы у мужчин с нормальной массой тела была ниже по сравнению с мужчинами с избыточной массой тела и ожирением ($p=0,029$ и $p<0,001$ соответственно). Не выявлены различия внутри анализируемых подгрупп по параметрам ФПГ ($p>0,05$).

Заключение. Избыточная масса тела и ожирение у мужчин способствуют снижению эластичности сосудистой стенки, что повышает риск развития сердечно-сосудистых событий. Вероятно, увеличение уровня мочевой кислоты, наблюдаемое у мужчин с избыточной массой тела и ожирением, играет важную роль в развитии сосудистой дисфункции.

Ключевые слова: мочева́я кислота, нормальная масса тела, избыточная масса тела, ожирение, жесткость сосудистой стенки, мужчины.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Дадаева В.А. — <https://orcid.org/0000-0002-0348-4480>

Королёв А.И. — <https://orcid.org/0000-0001-9830-8959>

Федорович А.А. — <https://orcid.org/0000-0001-5140-568X>

Гебекова А.У. — <https://orcid.org/0009-0004-8719-4852>

Стрелкова А.В. — <https://orcid.org/0000-0003-4789-1640>

Горшков А.Ю. — <https://orcid.org/0000-0002-1423-214X>

Драпкина О.М. — <https://orcid.org/0000-0002-4453-8430>

Автор, ответственный за переписку: Дадаева В.А. — e-mail: dr.dadaeva@mail.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Дадаева В.А., Королёв А.И., Федорович А.А., Гебекова А.У., Стрелкова А.В., Горшков А.Ю., Драпкина О.М. Состояние сосудистой стенки и уровень мочевой кислоты у мужчин с низким и умеренным сердечно-сосудистым риском в зависимости от индекса массы тела. *Профилактическая медицина*. 2024;27(8):66–72. <https://doi.org/10.17116/profmed20242708166>

Condition of the vascular wall and uric acid level in men with low and moderate cardiovascular risk depending on body mass index

© V.A. DADAIEVA^{1,2}, A.I. KOROLEV¹, A.A. FEDOROVICH^{1,3}, A.U. GEBEKOVA², A.V. STRELKOVA¹, A.YU. GORSHKOV¹, O.M. DRAPKINA¹

¹National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russia;

²Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia;

³Institute of Biomedical Problems, Moscow, Russia

ABSTRACT

Currently, results of many studies indicate a potential relationship between obesity and hyperuricemia, but the impact of this correlation on vascular stiffness has been insufficiently studied.

Objective. To assess vessel wall condition and uric acid (UA) level in men with low and moderate cardiovascular risk depending on the body mass index (BMI).

Material and methods. The study included 333 men aged between 25 and 69 years with normal blood pressure who subjectively considered themselves to be perfectly healthy, had no complaints and were not taking medications on a regular basis. They were divided into three groups depending on the BMI: the 1st group ($n=52$) — individuals with normal BMI, the 2nd group ($n=185$) — obese individuals, the 3rd group ($n=96$) — individuals with class I—III obesity. Patients of the 2nd and 3rd groups were divided into subgroups depending on the UA level: subgroups 2a and 2b — 149 and 36 persons and subgroups 3a and 3b — 57 and 39 persons with UA levels of ≤ 7.2 mg/dL and > 7.2 mg/dL, respectively. The set of surveys included examination, calculation of anthropometric measures, photoplethysmography (PPG) on the index finger of the left hand, volumetric sphygmography, venous blood collection for laboratory tests as well as 24-hour blood pressure monitoring.

Results. It has been found that the UA level increased in direct proportion to the BMI. The waist circumference was statistically significantly larger in patients with obesity and hyperuricemia compared to patients with obesity and normal UA level ($p=0.026$). Men with obesity had a larger stiffness index of terminal muscular arteries and distributive arterioles ($p=0.050$), pulse wave duration ($p<0.01$) as well as CAVI ($p=0.050$) and systolic pressure in the aorta ($p=0.008$) values in relation to obese males. In addition, the oxygen saturation level decreased as the body mass of men increased, which contributed to statistically significant differences between the three analyzed groups for these indicators ($p<0.01$). The duration of systole in men with normal body weight was lower than in men with overweight and obesity ($p=0.029$ and $p<0.001$, respectively). No differences within the analyzed subgroups on PPG parameters have been revealed ($p>0.05$).

Conclusion. Overweight and obesity in men contribute to reduced vessel wall elasticity, which increases the risk of cardiovascular events. Probably, the increase of uric acid level observed in overweight and obese men plays an important role in the development of vascular dysfunction.

Keywords: uric acid, normal body weight, overweight, obesity, vessel wall stiffness, men.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Dadaeva V.A. — <https://orcid.org/0000-0002-0348-4480>

Korolev A.I. — <https://orcid.org/0000-0001-9830-8959>

Fedorovich A.A. — <https://orcid.org/0000-0001-5140-568X>

Gebekova A.U. — <https://orcid.org/0009-0004-8719-4852>

Strelkova A.V. — <https://orcid.org/0000-0003-4789-1640>

Gorshkov A.Yu. — <https://orcid.org/0000-0002-1423-214X>

Drapkina O.M. — <https://orcid.org/0000-0002-4453-8430>

Corresponding author: Dadaeva V.A. — e-mail: dr.dadaeva@mail.ru

TO CITE THIS ARTICLE:

Dadaeva VA, Korolev AI, Fedorovich AA, Gebekova AU, Strelkova AV, Gorshkov AY, Drapkina OM. Condition of the vascular wall and uric acid level in men with low and moderate cardiovascular risk depending on body mass index. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2024;27(8):66–72. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/profmed20242708166>

Введение

Избыточная масса тела (МТ) и ожирение являются факторами, предрасполагающими к увеличению выработки мочевой кислоты (МК) за счет повышения активности ксантиноксидазы в жировой ткани [1], что приводит к снижению ее почечного клиренса [2].

Связь между ожирением и повышенным риском гиперурикемии продемонстрирована в многочисленных исследованиях [3]. МТ неизменно считается ключевым фактором, определяющим уровень уратов в сыворотке крови [4], а ее снижение может снизить риск развития подагры [5]. Исследование, проведенное в 2019 г. с участием более 5000 пациентов, показало, что через 3 мес после бариатрической операции снижение уровня уратов в сыворотке крови в сред-

нем составило 0,73 мг/дл, а через 3 года после операции — 1,91 мг/дл [6]. Кроме того, распространенность абдоминального ожирения выше у пациентов с подагрой по сравнению с пациентами без этого заболевания [7], а риск развития подагры увеличивается при наличии ожирения [5].

Уровень МК в сыворотке крови считается одним из факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [8]. Гиперурикемия провоцирует окислительный стресс в результате ингибирования выработки оксида азота, эндотелиальную дисфункцию вследствие отложения МК в стенках сосудов, которая индуцирует пролиферацию гладкомышечных клеток и активацию ренин-ангиотензиновой системы [9]. Кроме того, гиперурикемия приводит к активации окисления липопротеинов низкой плотности

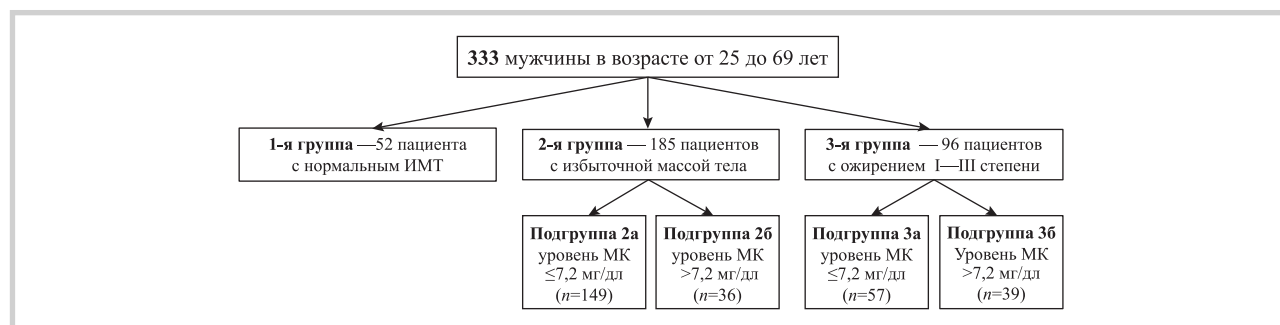


Рис. 1. Дизайн исследования.

ИМТ — индекс массы тела; МК — мочевая кислота.

Fig. 1. Study design.

BMI — body mass index; UA — uric acid.

(ЛПНП), способствуя тем самым развитию атеросклероза и его осложнений [10]. Гиперурикемия также усиливает воспаление в стенке артерий и повышает их жесткость, что обуславливает развитие артериальной гипертензии, индукцию стресса эндоплазматического ретикулума [8], а также формирование эндотелиальной дисфункции [11].

Таким образом, уровень МК в сыворотке крови может служить биологическим маркером для прогностической оценки сердечно-сосудистых заболеваний, особенно у пациентов с избыточной МТ и ожирением, обеспечивая стратификацию риска и предоставляя ценную клиническую информацию. Однако точная степень и механизмы влияния уровней МК на жесткость сосудистой стенки еще полностью не известны [12].

Цель исследования — оценить состояние сосудистой стенки и уровень МК у мужчин с низким и умеренным сердечно-сосудистым риском в зависимости от индекса массы тела (ИМТ).

Материал и методы

Объекты исследования. Анализируемая группа формировалась в рамках проспективного научного исследования «Сердечно-сосудистый континуум у мужского населения Москвы». Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (GCP) и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования одобрен Этическим комитетом ФГБУ НМИЦ ТПМ Минздрава России. Все участники дали письменное информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

В исследование включены 333 мужчины в возрасте от 25 до 69 (44 [37; 49]) лет с нормальным уровнем артериального давления (АД), которые при офисном измерении имели значения систолического АД (САД) <140 мм рт.ст. и диастолического АД (ДАД) <90 мм рт.ст., а по данным суточного мониторинга уровня АД (СМАД) — среднесуточные САД <130 мм рт.ст. и ДАД <80 мм рт.ст.

Все мужчины субъективно считали себя абсолютно здоровыми, не предъявляли никаких жалоб, не принимали медикаментозных препаратов на постоянной основе.

Дизайн исследования

В зависимости от ИМТ пациенты разделены на 3 группы: 1-я группа — 52 пациента с нормальным ИМТ; 2-я группа — 185 пациентов с избыточной МТ;

3-я группа — 96 пациентов с ожирением I—III степени.

В зависимости от уровня МК пациенты 2-й и 3-й групп распределены в подгруппы: подгруппы 2а и 2б — 149 и 36 пациентов с уровнем МК ≤7,2 и >7,2 мг/дл; подгруппы 3а и 3б — 57 и 39 пациентов с уровнем МК ≤7,2 и >7,2 мг/дл. В связи с тем, что среди пациентов 1-й группы отсутствовали лица с уровнем МК >7,2 мг/дл, они не разделены на подгруппы. На рис. 1 представлен дизайн исследования.

Накануне исследования исключался прием алкоголя, за 4—6 ч до начала — прием тонизирующих напитков (чай, кофе и др.), за 2 ч — курение. Комплекс обследований начинался натощак в 9:00 утра в следующей последовательности: 1) осмотр, антропометрия (МТ, рост, окружность талии (ОТ), окружность бедер (ОБ), расчет ИМТ по формуле Кетле); 2) фотоплетизмографии (ФПГ) на указательном пальце левой кисти; 3) объемная сфигмография (ОС); 4) забор венозной крови для лабораторных исследований; 5) СМАД.

Критериями не включения в исследование являлись: наличие в анамнезе сердечно-сосудистых заболеваний, цереброваскулярной болезни, сахарного диабета, реваскуляризации в любом сосудистом бассейне; хроническая болезнь почек III—V стадии (скорость клубочковой фильтрации <60 мл/мин/1,73 м²); повышение уровня печеночных трансаминаз >3 значений верхней границы нормы; признаки семейной гиперхолестеринемии (в частности, уровень общего холестерина (ХС) >8 ммоль/л и/или ХС ЛПНП >4,9 ммоль/л.); наличие гипертрофии миокарда левого желудочка с индексом массы миокарда >115 г/м²; патология клапанов сердца (стеноз, недостаточность умеренной и тяжелой степени); нарушение систолической функции миокарда со снижением фракции выброса <50%; наличие атеросклеротического поражения брахиоцефальных артерий (БЦА) или бедренных артерий >25%.

ФПГ. В основу метода ФПГ «на просвет» заложена регистрация пульсовой волны (ПВ) объема с помощью оптического датчика, который устанавливается на ногтевой фаланге пальцев конечностей. Использовался программно-аппаратный комплекс Ангиоскан-01 (ООО «Ангиоскан», Россия). В приборе в качестве источников излучения применяются светодиоды с двумя длинами волн в ближней инфракрасной области спектра (680 и 870 нм), что позволяет фотонам проходить через всю толщу ногтевой фаланги пальца и захватывать более крупные артериолы, в которых доминирует нейрогенный механизм регуляции вазомоторной активности. Оптический датчик устанавливался на концевую фалангу указательного пальца левой кисти.

Таблица 1. Клиническая характеристика исследуемых групп

Table 1. Clinical characteristics of the studied groups

Параметр	1-я группа (n=52)	2-я группа (n=185)	3-я группа (n=96)	p
Возраст, годы	40,5 [33; 49]	44 [37; 49]	44 [38; 50]	1/2=0,141 1/3=0,139 2/3=0,295
Индекс массы тела, кг/м ²	22,15 [20,95; 23,05]	26,8 [25,3; 28,1]	32,15 [31; 34]	1/2<0,001 1/3<0,001 2/3<0,001
Окружность талии, см	84,5 [81; 89]	96 [91; 101]	110 [106; 115]	1/2<0,001 1/3<0,001 2/3<0,001
Окружность бедер, см	97,5 [93,5; 100]	103 [100; 107]	112 [109; 116]	1/2<0,001 1/3<0,001 2/3<0,001
Офисное артериальное давление				
систолическое, мм рт.ст.	120 [110; 131]	127,5 [120; 134]	135 [130; 142]	1/2=0,010 1/3<0,001 2/3<0,001
диастолическое, мм рт.ст.	80 [80; 90]	80 [80; 90]	90 [80; 94]	1/2<0,001 1/3<0,001 2/3<0,001

По результатам контурного анализа ПВ на протяжении 10 мин определялись следующие параметры:

— $Alp75$ (augmentation index) (%) — расчетный индекс аугментации, скорректированный по частоте сердечных сокращений 75 уд./мин, который характеризует вклад давления отраженной ПВ в пульсовое АД;

— VA (vascular aging) (годы) — возраст сосудистой системы;

— SpO_2 (%) — сатурация (насыщение) крови кислородом;

— SI (stiffness index) — индекс жесткости (м/с) — расчетный показатель, отражающий среднюю скорость распространения ПВ по крупным эластическим сосудам;

— RI (reflection index) — индекс отражения (%) — расчетный параметр, используемый для оценки вклада отраженного компонента в ПВ и характеризующий тонус гладкомышечных клеток терминальных мышечных артерий и распределительных артериол;

— PD (мс) — длительность ПВ;

— ED (ejection duration) (мс) — продолжительность систолы;

— Spa (мм рт.ст.) — центральное систолическое давление, показатель, соответствующий уровню кровяного давления в проксимальном отделе аорты и БЦА.

ОС проводили на приборе $VaSera-1500N$ («Fukuda Denshi Co., Ltd.», Япония). Данная методика основана на осциллометрическом методе измерения уровня АД на плечах и лодыжках, регистрации ПВ (на сонной, бедренной артериях и артериях четырех конечностей), электрокардиограммы и фонокардиограммы. $CAVI$ — показатель жесткости сосудистой стенки магистральных артерий, рассчитываемый по параметру жесткости β с учетом модифицированного уравнения $Bramwell-Hill$'s, нивелирующего влияние на артериальную жесткость уровня АД в момент исследования, в связи с этим $CAVI$ отражает истинную жесткость сосудистой стенки [13]. Определяли индекс $CAVI$ (cardio-ankle vascular index, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс) как среднее значение между $CAVI$ справа и слева.

СМАД. СМАД осуществляли в амбулаторных условиях с использованием аппарата $BpLab$ (ООО «Петр Телегин», Россия) после проведения всех этапов обследования (начало мониторинга в 11:00—12:00). Манжету тонометра располагали на левом плече. Интервал измерения уровня АД в активное время суток составлял 20 мин, в ночные часы — 40 мин.

Статистический анализ. Статистическую обработку выполняли с помощью программы $Statistica 23.0$ («StatSoft Inc.», США). Для оценки вида распределения признака использовали критерий Шапиро—Уилка. Полученные данные представлены в виде медианы и интерквартильных интервалов ($Me [Q_{25}; Q_{75}]$). Для определения различий показателей между группами использовали критерий Манна—Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Выявлено, что, вне зависимости от ИМТ, мужчины сопоставимы по возрасту ($p > 0,05$). У лиц с ожирением ИМТ, ОТ, ОБ, а также уровни САД и ДАД были статистически значимо выше по сравнению с мужчинами как с нормальной ($p < 0,001$), так и с избыточной МТ ($p < 0,001$) (табл. 1).

Выявлено, что уровень МК у пациентов с нормальной МТ был статистически значимо ниже по сравнению с пациентами с избыточной МТ (5,6 [4,85; 6,2] и 6,0 [5,5; 6,9] мг/дл соответственно; $p < 0,001$), а у пациентов с избыточной МТ — ниже по сравнению с пациентами с ожирением ($p < 0,001$), у которых уровень МК составил 7,05 [6,25; 7,9] мг/дл (рис. 2).

У пациентов группы с избыточной МТ не было статистически значимых различий по анализируемым клиническим и антропометрическим параметрам, тогда как у пациентов группы с ожирением, пациентов с гиперурикемией ОТ была статистически значимо больше по сравнению с пациентами с ожирением и нормальным уровнем МК ($p = 0,026$) (табл. 2).

Мужчины с ожирением (3-я группа) имели больший SI (скорость распространения ПВ) терминальных мышеч-

Таблица 2. Клиническая характеристика исследуемых подгрупп
Table 2. Clinical characteristics of the studied subgroups

Параметр	Избыточная масса тела (n=185)			Ожирение (n=96)		
	уровень МК ≤7,2 (n=149)	уровень МК >7,2 (n=36)	p	уровень МК ≤7,2 (n=57)	уровень МК >7,2 (n=39)	p
Возраст, годы	44 [38; 49]	43 [36; 48]	0,213	46,5 [38,5; 52]	42 [39; 49]	0,145
Индекс массы тела, кг/м²	26,5 [25,3; 28]	27,25 [26,15; 28,6]	0,063	32,05 [31; 33,3]	32,7 [31,3; 34,4]	0,338
Окружность талии, см	95 [91; 101]	97,5 [93,5; 102]	0,129	108,5 [105; 114]	111 [108; 115]	0,026
Окружность бедер, см	103 [100; 106]	104 [102; 107,5]	0,242	111 [109; 115]	112,5 [111; 118]	0,106
Офисное артериальное давление						
систолическое, мм рт.ст.	126 [117; 134]	130 [121; 135]	0,241	131 [127,5; 141]	140 [130; 148]	0,346
диастолическое, мм рт.ст.	80 [80; 90]	81 [80; 90]	0,646	90 [80; 92]	90 [80; 94]	0,979

Примечание. Здесь и в табл. 4: МК — мочевая кислота.
Note. Here and in the tab. 4: UA — uric acid.

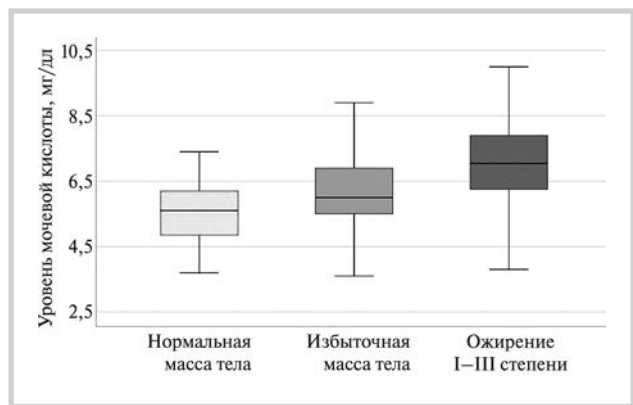


Рис. 2. Уровень мочевой кислоты у обследованных лиц.
Fig. 2. Uric acid level in the examined individuals.

ных артерий и распределительных артериол, а также большие значения CAVI (жесткость мышечно-эластических артерий) и САД в аорте и БЦА относительно мужчин с избыточной МТ. Кроме того, по мере увеличения МТ у мужчин снижалась сатурация и увеличивалась PD, что способствовало статистически значимым различиям между тремя анализируемыми группами по данным показателям. ЕД у мужчин с нормальной МТ была статистически значимо ниже по сравнению с мужчинами с избыточной МТ и ожирением (табл. 3).

Выявлена отрицательная корреляционная взаимосвязь SpO₂ с ИМТ ($r = -0,496$; $p < 0,01$), ОТ ($r = -0,496$; $p < 0,01$), ОБ ($r = -0,510$; $p < 0,01$), а также с уровнем ДАД ($r = -0,367$; $p < 0,05$). Корреляция с другими показателями ФПГ и анализируемыми клиническими и антропометрическими параметрами отсутствовала.

На следующем этапе мы проанализировали показатели ФПГ у пациентов с избыточной МТ и ожирением в зависимости от уровня МК (табл. 4). Нами не выявлены различия внутри анализируемых подгрупп по параметрам ФПГ ($p > 0,05$).

Обсуждение

Сывороточная МК является конечным продуктом пуринового метаболизма, и часть ее выводится почками с мочой [14]. МК провоцирует выработку активных форм кис-

лорода и ангиотензина II, которые способствуют старению эндотелиоцитов и развитию атеросклероза [15]. Увеличение содержания МК в сыворотке крови может способствовать воспалению в стенке сосудов, окислительному стрессу, повышенному уровню активности ренин-ангиотензиновой системы и снижению скорости клубочковой фильтрации за счет увеличения сопротивления почечных сосудов вследствие повреждения эндотелиальных клеток [15].

В проведенном нами исследовании выявлена взаимосвязь повышенного уровня МК не только с ИМТ, но и с такими антропометрическими показателями, как ОТ и ОБ, что согласуется с данными других исследований. Так, в исследовании S. Takahashi и соавт. (1997) выявили положительную корреляцию между висцеральным ожирением, количественно определяемым площадью висцерального жира (ПВЖ) и метаболизмом МК. Интересно, что ПВЖ продемонстрировала более сильную связь с повышенным уровнем МК, чем с ИМТ, что указывает на потенциальное негативное влияние висцерального ожирения на уровень МК в сыворотке крови [16]. Подобным образом F. Matsui и соавт. (1998) выявили влияние накопления висцерального жира на гиперурикемию, подчеркнув значение ПВЖ перед ИМТ как способствующего фактора [17]. В подтверждение этих результатов поперечное исследование, проведенное в Японии, показало, что центральное ожирение, особенно у людей с нормальной МТ и висцеральным ожирением, обнаруживает связь с гиперурикемией как у мужчин, так и у женщин [18]. Исследование Z. Huang и соавт. (2019) показало, что отношение объема талии к росту, показатель центрального ожирения, превосходит ИМТ в качестве независимого предиктора гиперурикемии [19]. Эти результаты также подтверждены в корейском перекрестном исследовании с участием 699 пациентов с сахарным диабетом [20]. Эти данные согласуются с результатами настоящего исследования, вместе с тем крайне важно отметить необходимость дополнительного изучения основных механизмов связи ожирения и гиперурикемии.

Анализ жесткости сосудистой стенки с помощью ФПГ выявил, что при ожирении у мужчин наблюдается более высокий SI, большие значения CAVI, PD и САД в аорте и БЦА, а также более низкие показатели сатурации. Однако анализ данных показателей в зависимости от уровня МК не выявил значимых различий, что может быть связано с тем, что повышение уровня МК является более ранним маркером изменения жесткости сосудистой стен-

Таблица 3. Результаты фотоплетизмографии и объемной сфигмографии в исследуемых группах

Table 3. Results of photoplethysmography and volumetric sphygmography in the studied groups

Параметр	1-я группа (n=52)	2-я группа (n=185)	3-я группа (n=96)	p
Индекс аугментации (Alp75), %	-2,85 [-12,7; 5,8]	0,3 [-9,65; 9,9]	1,45 [-10,10; 8,9]	1/2=0,340 1/3=0,280 2/3=0,657
Возраст сосудистой стенки (VA), годы	45 [39; 49,5]	45 [38; 52,5]	46 [39; 52]	1/2=0,231 1/3=0,470 2/3=0,680
Сатурация (SpO ₂), %	96,2 [95,7; 97,2]	95,6 [94,6; 96,4]	94,85 [93,6; 96]	1/2 <0,001 1/3 <0,001 2/3=0,001
Индекс жесткости (SI), м/с	7,4 [6,9; 7,95]	7,5 [7,1; 7,9]	7,6 [7,2; 8,4]	1/2=0,477 1/3=0,058 2/3=0,050
Индекс отражения (RI), %	30,95 [23,5; 39,5]	34,7 [26,4; 44,0]	33,6 [27,6; 42,6]	1/2=0,155 1/3=0,248 2/3=0,877
Продолжительность систолы (ED), мс	32 [29,5; 34,5]	34 [31; 36]	34,5 [33; 37]	1/2=0,029 1/3 <0,001 2/3=0,239
Длительность пульсовой волны (PD), мс	871 [800; 978]	919 [841; 1010]	1006 [916,5; 1087]	1/2 <0,001 1/3 <0,001 2/3=0,007
Систолическое давление в аорте и БЦА (Sra), мм рт.ст.	120 [115; 127]	120 [115; 130]	123,5 [117; 135]	1/2=0,865 1/3=0,066 2/3=0,008
Индекс CAVI	6,65 [6,1; 7,6]	6,9 [6,2; 7,5]	6,73 [5,85; 7,45]	1/2=0,415 1/3=0,477 2/3=0,050

Таблица 4. Результаты фотоплетизмографии и объемной сфигмографии в исследуемых группах в зависимости от индекса массы тела

Table 4. Results of photoplethysmography and volumetric sphygmography in the studied groups depending on the body mass index

Параметр	Избыточная масса тела (n=185)			Ожирение (n=96)		
	уровень МК ≤7,2 (n=149)	уровень МК >7,2 (n=36)	p	уровень МК ≤7,2 (n=57)	уровень МК >7,2 (n=39)	p
Индекс аугментации (Alp75), %	0,9 [-10,4; 11,5]	-3,2 [-7,9; 7,5]	0,290	4,6 [-12,8; 11,0]	-2,9 [-9,2; 7,1]	0,274
Возраст сосудистой стенки (VA), годы	45,5 [38; 52,5]	45 [38,5; 52,5]	0,863	46,5 [38,5; 54]	45 [38,5; 54]	0,548
Сатурация (SpO _a), %	95,7 [94,6; 96,5]	95,5 [94,4; 96]	0,498	94,7 [93,3; 96,2]	94,9 [93,9; 95,8]	0,876
Индекс жесткости (SI), м/с	7,5 [7,0; 7,9]	7,5 [7,2; 8,0]	0,585	7,75 [7,2; 8,4]	7,6 [7,2; 8,15]	0,688
Индекс отражения (RI), %	35 [26,6; 45,0]	33 [25,7; 42,1]	0,416	33,6 [28,3; 42,6]	32,6 [27,1; 42,4]	0,669
Продолжительность систолы (ED), мс	34 [31; 36]	33 [31; 37]	0,705	35,5 [33; 37]	34 [32; 37]	0,414
Длительность пульсовой волны (PD), мс	915 [848; 1007]	927 [817; 1017]	0,748	858,5 [793; 969]	900,5 [809,5; 996]	0,488
Систолическое давление в аорте и БЦА (Sra), мм рт.ст.	120 [115; 130]	119 [115; 127]	0,918	124,5 [118; 135]	120 [117; 137,5]	0,880
Индекс CAVI	6,85 [6,2; 7,45]	7,2 [6,25; 8,08]	0,332	6,85 [6,1; 7,75]	6,6 [5,7; 7,2]	0,122

ки. А так как в проведенном исследовании приняли участие условно здоровые мужчины, жесткость сосудистой стенки не зависела от уровня МК. В других исследованиях данные о жесткости сосудистой стенки в зависимости от уровня МК различались, что может быть связано с особенностью выборки. В исследовании Н. Liu и соавт. (2018) у лиц с более высоким уровнем МК отмечался риск более высокой скорости каротидно-фemorальной пульсовой волны (cfPWV), а также тенденция к более высокому CAVI. Однако уровень МК в сыворотке крови не коррелировал с толщиной интимы-медии сонных артерий [1]. В исследовании, проведенном в Японии, в котором приняли участие 27 360 здоровых людей, выявлена значительная положительная корреляция между уровнем сывороточной МК

и CAVI у лиц обоих полов, даже несмотря на то, что уровень МК, связанные с увеличением CAVI, были ниже у женщин, чем у мужчин [21].

Заключение

Избыточная МТ и ожирение у мужчин способствуют снижению эластичности сосудистой стенки, что повышает риск развития сердечно-сосудистых событий. Вероятно, увеличение уровня МК, наблюдаемое у мужчин с избыточной МТ и ожирением, играет важную роль в развитии сосудистой дисфункции. Необходимо проведение дальнейших исследований для определения возможных факторов, определяющих взаимосвязь между уровнем МК и жестко-

стью артериальной стенки в рамках оценки сердечно-сосудистого риска и ранней профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования — А.А. Федорович, О.М. Драпкина; сбор и обработка материала — А.И. Королев, А.А. Федорович, А.Ю. Горшков,

А.У. Гебекова, А.В. Стрелкова; статистическая обработка данных — В.А. Дадаева, А.А. Федорович, А.У. Гебекова; написание текста — В.А. Дадаева, А.И. Королев; редактирование — О.М. Драпкина.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Liu H, Liu J, Zhao H, et al, For the BEST Research Group. Relationship between serum uric acid and vascular function and structure markers and gender difference in a real-world population of China-From Beijing Vascular Disease Patients Evaluation Study (BEST) study. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. 2018;25:254-261. <https://doi.org/10.5551/jat.39685>
- Feng X, Yang Y, Xie H, et al. The Association Between Hyperuricemia and Obesity Metabolic Phenotypes in Chinese General Population: A Retrospective Analysis. *Frontiers in Nutrition*. 2022;9:773220. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.773220>
- Choi HK, McCormick N, Lu N, et al. Population Impact Attributable to Modifiable Risk Factors for Hyperuricemia. *Arthritis and Rheumatology (Hoboken, N.J.)*. 2020;72(1):157-165. <https://doi.org/10.1002/art.41067>
- Yokose C, McCormick N, Choi HK. The role of diet in hyperuricemia and gout. *Current Opinion in Rheumatology*. 2021;33(2):135-144. <https://doi.org/10.1097/BOR.0000000000000779>
- Choi HK, Atkinson K, Karlson EW, et al. Obesity, weight change, hypertension, diuretic use, and risk of gout in men: the health professionals follow-up study. *Archives of Internal Medicine*. 2005;165(7):742-748. <https://doi.org/10.1001/archinte.165.7.742>
- Yeo C, Kaushal S, Lim B, et al. Impact of bariatric surgery on serum uric acid levels and the incidence of gout-A meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2019;20(12):1759-1770. <https://doi.org/10.1111/obr.12940>
- Choi HK, Ford ES, Li C, et al. Prevalence of the metabolic syndrome in patients with gout: the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Arthritis and Rheumatism*. 2007;57(1):109-115. <https://doi.org/10.1002/art.22466>
- Yu W, Cheng JD. Uric Acid and Cardiovascular Disease: An Update From Molecular Mechanism to Clinical Perspective. *Frontiers in Pharmacology*. 2020;11:582680. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.582680>
- Corry DB, Eslami P, Yamamoto K, et al. Uric acid stimulates vascular smooth muscle cell proliferation and oxidative stress via the vascular renin-angiotensin system. *Journal of Hypertension*. 2008;26(2):269-275. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e3282f240bf>
- Hayden MR, Tyagi SC. Uric acid: A new look at an old risk marker for cardiovascular disease, metabolic syndrome, and type 2 diabetes mellitus: The urate redox shuttle. *Nutrition and Metabolism*. 2004;1(1):10. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-1-10>
- Атюнина И.В., Ощепкова Е.В., Федорович А.А. и др. Мочевая кислота и функция эндотелия микроциркуляторного русла у больных на ранних стадиях артериальной гипертензии. *Системные гипертензии*. 2012;9(2):29-33.
- Atyunina IV, Oschepkova EV, Fedorovich AA, et al. Uric acid and endothelial function in patients with microvascular in the early stages of arterial hypertension. *Sistemnye gipertenzii*. 2012;9(2):29-33. (In Russ).
- Gan TM, Ye YY, Mo GL, et al. Progress of uric acid in cardiovascular disease. *Cardiovascular Endocrinology and Metabolism*. 2024;13(2):e0300. <https://doi.org/10.1097/XCE.0000000000000300>
- Shirai K, Hiruta N, Song M, et al. Cardio-ankle vascular index (CAVI) as a novel indicator of arterial stiffness: theory, evidence and perspectives. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. 2011;18(11):924-938. <https://doi.org/10.5551/jat.7716>
- Maiuolo J, Oppedisano F, Gratteri S, et al. Regulation of uric acid metabolism and excretion. *International Journal of Cardiology*. 2016;213:8-14. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.08.109>
- Jalal DI, Chonchol M, Chen W, et al. Uric acid as a target of therapy in CKD. *American Journal of Kidney Diseases*. 2013;61(1):134-146. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2012.07.021>
- Takahashi S, Yamamoto T, Tsutsumi Z, et al. Close correlation between visceral fat accumulation and uric acid metabolism in healthy men. *Metabolism: Clinical and Experimental*. 1997;46(10):1162-1165. [https://doi.org/10.1016/s0026-0495\(97\)90210-9](https://doi.org/10.1016/s0026-0495(97)90210-9)
- Matsuura F, Yamashita S, Nakamura T, et al. Effect of visceral fat accumulation on uric acid metabolism in male obese subjects: visceral fat obesity is linked more closely to overproduction of uric acid than subcutaneous fat obesity. *Metabolism: Clinical and Experimental*. 1998;47(8):929-933. [https://doi.org/10.1016/s0026-0495\(98\)90346-8](https://doi.org/10.1016/s0026-0495(98)90346-8)
- Shirasawa T, Ochiai H, Yoshimoto T, et al. Cross-sectional study of associations between normal body weight with central obesity and hyperuricemia in Japan. *BMC Endocrine Disorders*. 2020;20(1):2. <https://doi.org/10.1186/s12902-019-0481-1>
- Huang ZP, Huang BX, Zhang H, et al. Waist-to-height ratio is a better predictor of Hyperuricemia than Body Mass Index and Waist circumference in Chinese. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2019;75(3):187-194. <https://doi.org/10.1159/000504282>
- Kim TH, Lee SS, Yoo JH, et al. The relationship between the regional abdominal adipose tissue distribution and the serum uric acid levels in people with type 2 diabetes mellitus. *Diabetology and Metabolic Syndrome*. 2012;4(1):3. <https://doi.org/10.1186/1758-5996-4-3>
- Nagayama D, Yamaguchi T, Saiki A, et al. High serum uric acid is associated with increased cardio-ankle vascular index (CAVI) in healthy Japanese subjects: a cross-sectional study. *Atherosclerosis*. 2015;239(1):163-168. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2015.01.011>

Поступила 29.06.2024

Received 29.06.2024

Принята к печати 05.07.2024

Accepted 05.07.2024