

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2021-14-4-80-89>

Метаболические факторы риска и формирование мочевых камней. Исследование V: Избыточный вес и ожирение как метаболические факторы литогенеза

КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

С.А. Голованов¹, М.Ю. Просянников¹, А.Д. Каприн², А.В. Сивков¹, Н.В. Анохин¹, Д.А. Войтко¹, В.В. Дрожжева¹

¹ НИИ урологии интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; д. 51, стр. 4, 3-я Парковая, Москва, 105425, Россия

² ФГБУ «Научный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России; д.3, 2-й Боткинский проезд, Москва, 125190, Россия

Контакт: Голованов Сергей Алексеевич, sergeygo1124@mail.ru

Аннотация:

Введение. Абдоминальное ожирение в последние годы считают важным фактором риска развития мочекаменной болезни. В настоящей работе исследовали влияние степени ожирения у пациентов с мочекаменной болезнью на метаболические показатели и частоту выявления мочевых камней различного химического состава.

Материалы и методы. Минеральный состав 701 мочевых конкрементов (от 302 мужчин и 399 женщин в возрасте от 16 до 81 лет) исследовали методом инфракрасной спектроскопии. Степень ожирения оценивали по величине индекса массы тела (ИМТ) согласно критериям ВОЗ.

Результаты. По сравнению с пациентами нормальной массы тела у больных с избыточным весом (предожирением) и ожирением наблюдалось прогрессирующее повышение частоты выявления мочекаменных камней по мере роста выраженности ожирения. Так, частота выявления мочекаменных камней повышалась с 6,4% (ИМТ 18,5-24,9 кг/м²) до 18,1% при избыточном весе (ИМТ 25,0-29,9 кг/м²), до 31,3% – при ожирении 1 степени (ИМТ 30,0-34,9 кг/м²), до 35,0% – среди больных 2-3 степенью ожирения (ИМТ 35,0-57,3 кг/м², $p < 0,0005$). Относительно указанных изменений частота выявления оксалатных и карбонататитных камней снижалась. В отличие от пациентов нормального веса в группах мужчин с избыточным весом, ожирением 1 степени и ожирением 2-3 степени показатели относительного риска (ОР) формирования мочекаменных камней составляли соответственно 6,1; 8,9 и 10,0 ($p < 0,0001$), в то время как у женщин значения ОР в таких группах были заметно ниже (1,5; 2,8 и 2,8 соответственно, $p < 0,005$). По сравнению с пациентами-женщинами у пациентов – мужчин показатели экскреции с мочой кальция, мочевой кислоты, фосфатов и магния были значительно выше (в 1,38-1,52 раза) и коррелировали со степенью ожирения. Динамика снижения значений рН мочи по мере нарастания степени ожирения у мужчин и женщин была сходной. С увеличением степени ожирения у мужчин наблюдается повышение уровня мочевой кислоты крови, но более низкие значения фосфатемии, по сравнению с женщинами.

Заключение. Риск формирования мочекаменных камней значительно выше у мужчин и проявляется уже на стадии предожирения (ИМТ 25,0-29,9 кг/м²), превышая этот показатель в 4 раза по сравнению с женщинами. Метафилактика мочекаменного уролитиаза у мужчин с ожирением различной степени должна включать помимо мероприятий по нормализации веса тела и меры по устранению влияния вызванных ожирением метаболических литогенных факторов.

Ключевые слова: ожирение; индекс массы тела; мочекаменная болезнь; метаболические типы мочекаменной болезни; риск формирования мочевых камней.

Для цитирования: Голованов С.А., Просянников М.Ю., Каприн А.Д., Сивков А.В., Анохин Н.В., Войтко Д.А., Дрожжева В.В. Метаболические факторы риска и формирование мочевых камней. Исследование V: Избыточный вес и ожирение как метаболические факторы литогенеза. Экспериментальная и клиническая урология 2021;14(4):80-89; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2021-14-4-80-89>

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2021-14-4-80-89>

Metabolic risk factors and urinary stones formation. Study V: Overweight and obesity as metabolic factors of lithogenesis

CLINICAL STUDY

S.A. Golovanov¹, M.Yu. Prosyannikov¹, A.D. Kaprin², A.V. Sivkov¹, N.V. Anokhin¹, D.A. Voytko¹, V.V. Drozhzheva¹

¹ N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – Branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia; d. 51, Build 4, 3-rd Park. St, Moscow 105424, Russia

² The National Medical Research Centre of Radiology of Ministry of health of Russian Federation; 3, 2nd Botkinsky proezd, Moscow, 125190, Russia

Contacts: Sergey A. Golovanov, sergeygo1124@mail.ru

Summary:

Introduction. Abdominal obesity has been considered an important risk factor for the development of urolithiasis in recent years. In this paper, we investigated the influence of the degree of obesity in patients with urolithiasis on metabolic parameters and the frequency of detection of urinary stones of various chemical compositions.

Materials and methods. the mineral composition of 701 urinary concretions (from 302 men and 399 women aged 16 to 81 years) was studied by infrared spectroscopy. The degree of obesity was assessed by the body mass index (BMI) according to WHO criteria.

Results. In comparison between patients of normal body weight and patients with overweight (pre-obesity) and obesity patients showed a progressive increase in the frequency of uric acid stones as the severity of obesity increased. Thus, the frequency of uric acid stones increased from 6.4% (BMI 18.5-24.9 kg/m²) to 18.1% in overweight (BMI 25.0-29.9 kg/m²), to 31.3% in 1 obesity 1 degree (BMI 30.0-34.9 kg/m²), to 35.0% among patients with 2-3 degrees obesity (BMI 35.0-57.3 kg/m², $p < 0.0005$). Relative to these changes, the frequency of oxalate and carbonatapatite stones decreased. In contrast to patients of normal weight, in the groups of men with overweight, obesity of the 1st degree and obesity of the 2nd-3rd degree, relative risk (RR) of the formation of uric acid stones were 6.1, 8.9 and 10.0, respectively ($p < 0.0001$), while in women the RR values in such groups were significantly lower (1.5, 2.8 and 2.8, respectively, $p < 0.005$). Compared with female patients, the urinary excretion of calcium, uric acid, phosphates and magnesium in male patients was sig-

nificantly higher (by 1.38-1.52 times) and correlated with the degree of obesity. The dynamics of the decrease in urine pH values as the degree of obesity increases in men and women was similar. As the degree of obesity increases, men have an increase in the level of uric acid in the blood, but lower values of phosphatemia, compared with women.

Conclusion. The risk of developing the formation of uric acid stones is significantly higher in men and manifests itself already at the stage of pre-obesity (BMI 25.0-29.9 kg/m²), exceeding this indicator by 4 times compared to women. Metaphylaxis of uric acid urolithiasis in men with various degrees of obesity should include, in addition to measures to normalize body weight, measures to eliminate the influence of metabolic lithogenic factors caused by obesity.

Key words: obesity; body mass index; urolithiasis; metabolic types urolithiasis; the risk of formation of urinary stones.

For citation: Golovanov S.A., Prosyannikov M.Yu., Kaprin A.D., Sivkov A.V., Anokhin N.V., Voytko D.A., Drozhzheva V.V. Metabolic risk factors and urinary stones formation. Study V: Overweight and obesity as metabolic factors of lithogenesis. *Experimental and Clinical Urology* 2021;14(4):80-89; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2021-14-4-80-89>

ВВЕДЕНИЕ

Абдоминальное ожирение в настоящее время приобретает характер эпидемии, которая представляет собой одну из важных проблем для общественного здравоохранения во всем мире. По данным ВОЗ доля лиц с ожирением в популяции достаточно быстро растет среди населения многих стран, что, по-видимому, в значительной степени зависит от характера питания, малоподвижного образа жизни и ускорения научно-технического прогресса.

За период с 1975 г. по 2016 г. доля людей с избыточным весом, то есть людей с индексом массы тела (ИМТ) 25-30 кг/м², в Европейских странах выросла с 38,9% до 58,7%. А доля лиц, страдающих ожирением, то есть людей с ИМТ>30 кг/м² при этом увеличилась с 9,81% до 23,33% [1, 2]. Среди населения России за этот период отмечена та же тенденция: доля лиц с избыточным весом возросла с 43,4% до 57,1%, а лиц с ожирением – с 13,9% до 23,1% [1, 2].

Положительная корреляция между величиной ИМТ и риском образования почечных камней отмечена в многочисленных работах, результаты которых обобщены в обзорах последних лет [3-11]. Ожирение выявляется у 10-35% пациентов с мочекаменной болезнью (МКБ) [12-15]. При этом величина ИМТ прямо коррелирует с частотой встречаемости МКБ как у мужчин, так и у женщин, а степень выраженности ожирения увеличивает риск камнеобразования [16, 17]. Результаты проведенных исследований указывают на тесную связь возникновения мочевых камней с величиной индекса массы тела. Тем не менее, механизмы камнеобразования при развитии ожирения различной степени до конца не изучены.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния избыточного веса и ожирения различной степени на

химический состав мочевых камней у мужчин и женщин, а также выявление метаболических факторов риска камнеобразования, зависящих от величины ИМТ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили результаты анализа 701 мочевых конкрементов (от 302 мужчин и 399 женщин в возрасте от 16 до 81 лет), проходивших обследование и лечение в НИИ урологии и интервенционной радиологии и городской клинической урологической больнице № 47 г. Москва. Минеральный состав мочевых конкрементов или их фрагментов определяли методом инфракрасной спектроскопии на ИК-Фурье спектрометре Nicolet iS10 (Thermo Scientific, США) с использованием библиотеки спектров мочевых камней известного состава. Отнесение камней смешанного состава к той или иной группе мочевых камней (оксалатные, мочекислые, фосфатные, цистиновые) проводилось по главному преобладающему минеральному компоненту (более 50% всей минеральной основы). Статистический анализ результатов проводили с помощью программ Statistica v10 и MedCalc v13. У всех пациентов с мочекаменной болезнью определяли Индекс массы тела (ИМТ), который представляет собой росто-весовой показатель, рассчитываемый по формуле: ИМТ = масса тела (кг)/[рост (м)]².

Согласно критериям ВОЗ, нормой для взрослых людей является значение ИМТ, соответствующее 18-25 кг/м². Значение ИМТ ≥ 30 кг/м² указывает на наличие ожирения первой степени [18, 19]. Распределение пациентов с МКБ по величине ИМТ представлено в таблице 1. Статистический анализ результатов осуществляли с помощью программ Statistica v10 и MedCalc v13. Для оценки риска формирования мочевых камней различного химического состава

Таблица 1. Категории ИМТ по классификации ВОЗ и распределение пациентов по группам

Table 1. BMI categories by World Health Organization and distribution of patients by groups

Индекс массы тела (кг/м ²) BMI (kg/m ²)	Классификация ВОЗ ^[1] WHO classification	Группы пациентов по величине ИМТ Patient groups by BMI	Женщины (n) Women (n)	Мужчины (n) Men (n)
<18,5	Дефицит массы тела Deficiency of body weight	ИМТ ₁ BMI ₁	11	2
18,5—24,9	Нормальная масса тела Normal body weight	ИМТ ₂ BMI ₂	102	86
25—29,9	Избыточная масса тела Excessive body weight	ИМТ ₃ BMI ₃	94	127
30—34,9	Ожирение 1 степени Obesity 1 degree	ИМТ ₄ BMI ₄	100	67
35—39,9	Ожирение 2 степени Obesity 2 degree	ИМТ ₅ BMI ₅	92	20
40 и более	Ожирение 3 степени Obesity 3 degree			

* World Health Organization. Retrieved 15 February 2014 [10, 11]

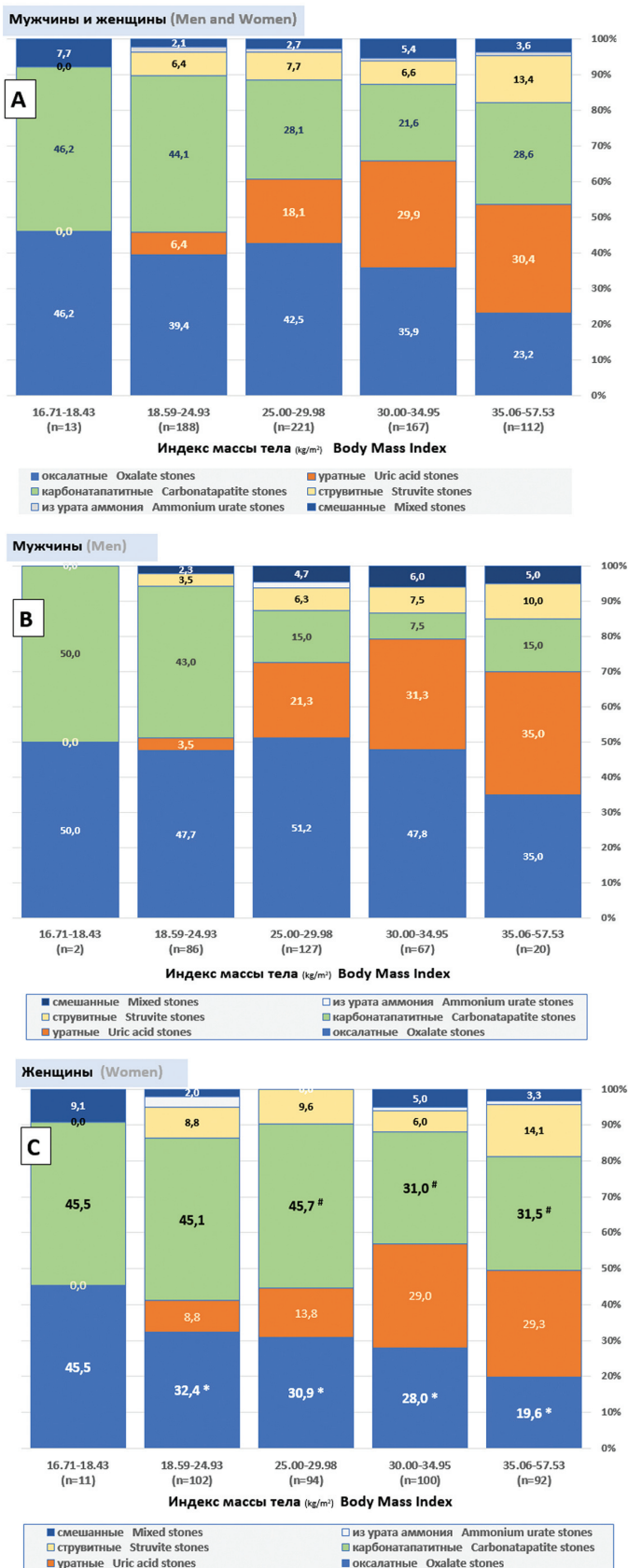


Рис.1. Индекс массы тела и частота выявления камней различных типов (в % от общего количества камней). А – Все пациенты с МКБ (мужчины и женщины, n=701). В – мужчины (n=302), С – женщины (n=399). Различия в распределении типов камней между мужчинами (В) и женщинами (С):

* $p < 0,03$ (оксалатные камни); # $p < 0,006$ (камни из карбонататита)

Fig. 2. Body Mass Index and urinary stone

Frequency (in % of the total number of stones) All patients (men and women, n=701). В – Men (n=302), С – Women (n=399). Comparison: Men (В) vs Women (С): * $p < 0,03$ (Oxalate stones); # $p < 0,006$ (Carbonatapatite stones)

в зависимости от степени выраженности ожирения рассчитывали показатель относительного риска (ОР) [20].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Все пациенты с МКБ были распределены в зависимости от величины ИМТ на 5 групп (табл.1, от ИМТ₁ до ИМТ₅), в каждой из которых определяли частоту встречаемости метаболических типов мочевых камней. Учитывая малую численность пациентов-мужчин в группе с ожирением 3 степени (n=3 чел.), все пациенты с ожирением 2-й и 3 степени были объединены в группу 5 (ИМТ 35,06-57,53 кг/м²) (рис. 1).

Отмечено, что отличия в литогенезе между мужчинами и женщинами проявляются у пациентов уже при нормальном весе: доля оксалатных камней у мужчин в 1,47 раза превышает долю оксалатных камней у женщин (47,7% vs 32,4%, рис.1, табл. 2, $p=0,027$). У всех больных МКБ наблюдается четкая зависимость распределения типов камней от величины ИМТ: с ростом ИМТ прогрессивно увеличивается частота выявления мочекаменных камней с 6,4% у больных с нормальным весом до 30,4% у больных с ожирением 2 и 3 степени ($p < 0,0001$). При этом наблюдается соответствующее относительное снижение частоты встречаемости мочевых камней других основных химических типов – оксалатных ($p=0,0135$) и фосфатных ($p=0,0227$, критерий Хи-квадрат Пирсона).

Влияние степени ожирения на формирование мочевых камней различного химического состава сильно отличается у пациентов-мужчин и пациентов-женщин. При росте ИМТ наиболее активно литогенез мочекаменных камней протекает у мужчин по сравнению с женщинами (табл. 2).

Обращает на себя внимание то, что заметная активация литогенеза мочекаменных камней у мужчин наблюдается уже на стадии предожирения, то есть, у пациентов с избыточной массой тела. При этом риск формирования мочекаменных камней возрастает более, чем в 6 раз (табл. 2, ОР₂₋₃, 6,0945 $p=0,0023$). В то же время, у пациентов-женщин с избыточным весом повышение показателя относительного риска (ОР) не достигало достоверных значений (табл. 2, ОР₂₋₄, 1,5674, $p=0,2723$).

При нарастании степени ожирения у женщин (ИМТ₄ 30,00-34,95 кг/м², ИМТ₅ > 35,0 кг/м²) риск образования мочекаменных камней у них увеличивается более, чем втрое по сравнению с пациентами женщины нормального веса (ОР₂₋₄, 3,1733, $p=0,0012$ и ОР₂₋₅, 3,3261, $p=0,0008$). Однако все же эти показатели ОР у женщин почти в 3 раза ниже соответствующих показателей ОР у мужчин, у которых риск формирования мочекаменных камней в 9-10 раз выше, чем у пациентов мужчин с нормальным весом (табл. 2, ОР₂₋₄, 8,9851, $p=0,0002$; ОР₂₋₅ 10,033, $p=0,0003$).

Таблица 2. Распределение типов мочевого камней у мужчин и женщин и показатели относительного риска в зависимости от величины ИМТ

Table 2. Distribution of urinary stones types in men and women, relative risk and BMI value

Индекс массы тела (ИМТ) BMI kg/m ²	n	Мочевые камни (мужчины) Urinary stones (men)				n	Мочевые камни (женщины) Urinary stones (women)			
		Оксалатные Oxalate	Мочекислые Uric acid	Карбонат-апатит Carbonate-apatite	Струвитные Struvite		Оксалатные Oxalate	Мочекислые Uric acid	Карбонат-апатит Carbonate-apatite	Струвитные Struvite
(2) 18,59-24,93 ИМТ ₂ BMI ₂	86	41 (47,7%)	3 (3,5%)	37 (43,0 %)	3 (3,5%)	102	33 (32,4%)	9 (8,8%)	46 (45,1%)	9 (8,8%)
(3) 25,00-29,98 ИМТ ₃ BMI ₃	127	65 (51,2%)	27(21,3%)	19 (15,0%)	8 (6,3%)	94	29 (30,9%)	13 (13,8%)	43 (45,7%)	9 (9,6%)
(4) 30,00-34,95 ИМТ ₄ BMI ₄	67	32 (47,8%)	21 (31,3%)	5 (7,3%)	5 (7,5%)	100	28 (28,0%)	29 (29,0%)	31 (31,0%)	6 (6,0%)
(5) > 35,0 ИМТ ₅ BMI ₅	20	7 (35,0%)	7 (35,0%)	3 (15,0%)	2 (10,0%)	92	18 (19,6%)	27 (29,3%)	28 (31,5%)	13 (14,1%)
Относительный риск 2-3 (OP ₂₋₃) RR ₂₋₃		1,0736 p=0,6181	6,0945 p=0,0023	0,3477 p<0,0001	1,8058 p=0,3723		0,9536 p=0,8214	1,5674 p=0,2723	1,0143 p=0,9276	1,0851 p=0,8557
Относительный риск 2-4 (OP ₂₋₄) RR ₂₋₄		1,0018 p=0,9915	8,9851 p=0,0002	0,1735 p=0,0001	2,1393 p=0,2854		0,8655 p=0,5015	3,1733 p=0,0012	0,6874 p=0,0426	0,6800 p=0,4477
Относительный риск 2-5 (OP ₂₋₅) RR ₂₋₅		0,7341 p=0,3416	10,033 p=0,0003	0,3486 p=0,0539	2,8667 p=0,2306		0,6047 p=0,0488	3,3261 p=0,0008	0,6749 p=0,0403	1,6014 p=0,2497

Примечание: показатели относительного риска (OP) рассчитаны в сравнении с группами пациентов, имеющих нормальный вес (ИМТ 25,00-29,98 кг/м²). При OP > 1 вероятность формирования камня данного типа повышается, при OP < 1 снижается
 Note: Relative Risk values (RR) are calculated in comparison with normal weight patients (BMI 25.00-29.98 kg/m²). If HR > 1, the probability of stone formation increases, if HR < 1, it decreases

Отмечаемые особенности литогенеза мочекислых камней почти не оказывали влияния на риск формирования оксалатных камней у пациентов обоих полов. Хотя при нарастании степени ожирения у женщин в отличие от мужчин наблюдалось постепенное снижение относительной доли оксалатных камней на 32-44% (рис.1, $p < 0,03$; χ^2 тест для тренда $p = 0,037$) и возрастание доли карбонатапатитных камней по сравнению с мужчинами в 2,1-4,2 раза (до 31,5% – 45,7%) (рис.1, $p < 0,006$; χ^2 тест для тренда $p < 0,0001$). Некоторое статистически достоверное снижение риска образования оксалатных камней отмечено только у женщин с высокой степенью ожирения (табл. 2, OP₂₋₅, 0,6749, $p = 0,0403$). Однако снижение риска развития камней из карбонатапатита было более выражено у мужчин и было ниже аналогичных показателей у женщин в 1,94 – 3,96 раза.

Наблюдаемые изменения в распределение типов мочевого камней у мужчин и женщин с различными значениями ИМТ сопровождались характерными сдвигами биохимических показателей крови и экскреторных показателей мочи (рис. 2).

Пациенты с МКБ нормального веса отличались по гендерному признаку. Так, у мужчин по сравнению с женщинами отмечался более высокий уровень экскреции кальция (5,45 vs 4,25 мМоль/сут., $p = 0,0020$, рис. 2А), мочевой кислоты (3,27 vs 2,85 мМоль/сут, $p = 0,017$, рис. 2С) и фосфора (26,44 vs 21,15 мМоль/сут, $p = 0,00036$, рис. 3А). При этом для мужчин в отличие

от женщин в сыворотке крови характерен более высокий уровень кальция (2,41 vs 2,38 мМоль/л, $p = 0,033$ U-критерий Манна-Уитни, рис. 3В), мочевой кислоты (0,34 vs 0,29 мМоль/л, $p < 0,00001$, рис. 2D) и более низкий уровень фосфора (1,09 vs 1,17 мМоль/л, $p = 0,017$, рис. 3В).

К характерным метаболическим литогенным особенностям для пациентов мужчин нормального веса следует отнести более высокий уровень экскреции кальция. В отличие от мужчин у женщин с МКБ уровни кальция крови и его экскреции с мочой достаточно стабильны на всех стадиях развития ожирения. Однако у мужчин по мере прогрессирования ожирения до 2-3 степени наблюдается снижение уровня кальциемии (рис. 2В, $p < 0,008$). При этом экскреция кальция достоверно не нарастает, хотя в отличие от женщин, кальциурия на всех стадиях ожирения у мужчин сохраняется высокой (рис. 2 А). Так, у больных МКБ с нормальным весом кальциурия у мужчин на 28,2% выше, чем у женщин ($p = 0,0020$), при ожирении 1 ст – на 32,6% ($p < 0,0005$), а при ожирении 2-3 ст – уже на 46,1% ($p = 0,0054$, рис. 2А).

Если уровень кальция крови достаточно стабилен у пациентов с различной степенью ожирения, то степень повышения урикемии по мере прогрессирования ожирения (от ИМТ₂ до ИМТ₅) была практически одинаковой у мужчин и женщин и возрастала на 29,4% у мужчин ($p < 0,000001$) и на 34,5% у женщин ($p < 0,000001$). Однако у мужчин с МКБ уровень урикемии на

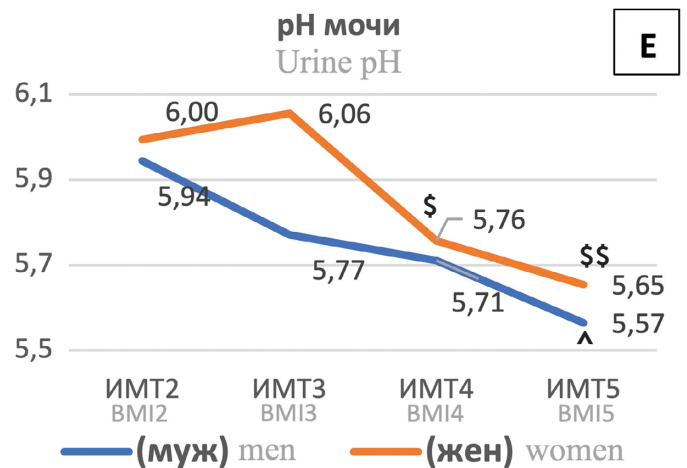
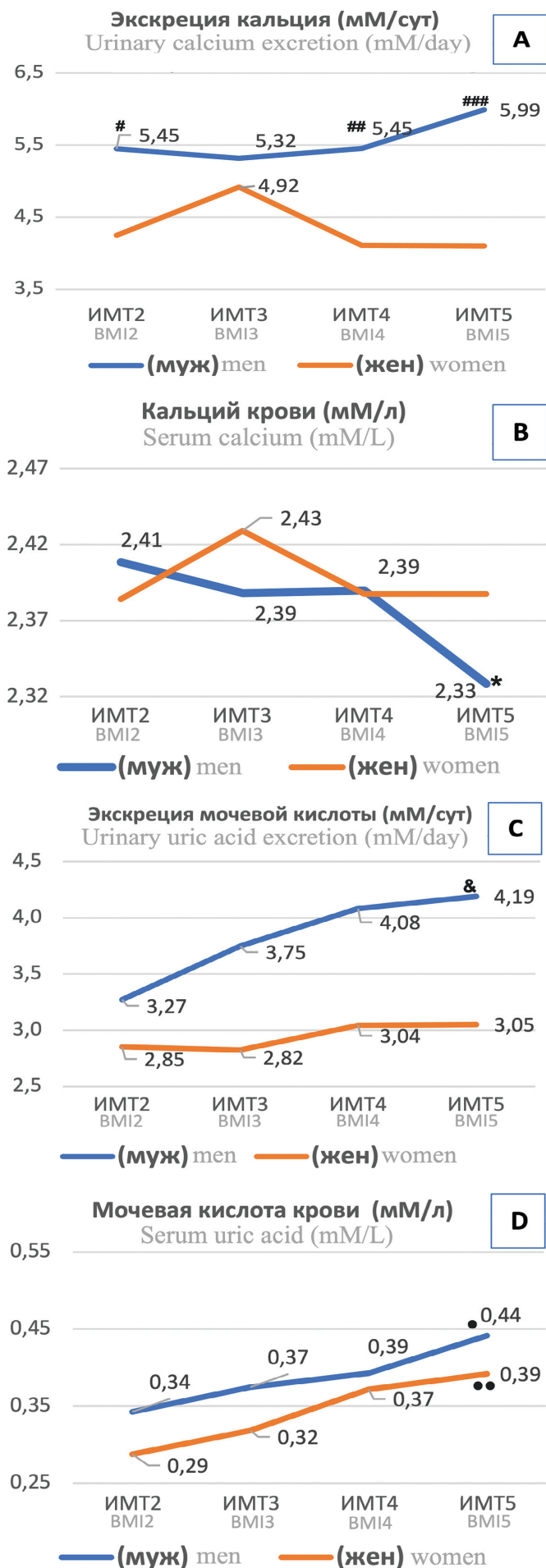


Рис. 2. Биохимические показатели мочи и крови у пациентов с МКБ различной величины ИМТ

А – экскреция кальция (мМ/сут), **В** – кальций крови (мМ/л), **С** – экскреция мочевой кислоты (мМ/сут), **Д** – мочевая кислота крови (мМ/л), **Е** – pH мочи. Группы пациентов: ИМТ₂ – с нормальным весом, ИМТ₃ – с избыточным весом, ИМТ₄ – с ожирением 1 ст, ИМТ₅ – с ожирением 2 и 3 степени.

Показатели достоверности различия при сравнении между мужчинами ИМТ₂ v ИМТ₅: * $p < 0,000001$ [D], * $p < 0,008$ [B], * $p = 0,0132$ [C], ^ $p < 0,05$ [E]; при сравнении между мужчинами и женщинами: # $p = 0,0020$ для ИМТ₂; ## $p < 0,0005$ для ИМТ₄; ### $p = 0,0054$ для ИМТ₅ [A]; при сравнении между женщинами ИМТ₂ v ИМТ₅: ** $p < 0,000001$ [D], ** $p < 0,001$ [E], ИМТ₂ v ИМТ₄: \$ $p < 0,025$ [E] Fig. 2. Biochemical parameters of urine and blood in stone former patients with various BMI values.

А – urinary calcium excretion (mM/day), **В** – serum calcium (mM/L), **С** – uric acid excretion (mM/day), **Д** – serum uric acid (mM/L). **Е** – Urine pH. Groups of patients: BMI₂ – normal weight stone formers, BMI₃ – excess weight stone formers, BMI₄ – 1st degree of obesity stone formers, BMI₅ – stone formers with 2-3 obesity degrees. Comparison: men BMI₂ vs men BMI₅: * $p < 0,000001$ [D], * $p < 0,008$ [B], * $p = 0,0132$ [C], ^ $p < 0,05$ [E]; Comparison: men vs women: # $p = 0,0020$ for BMI₂; ## $p < 0,0005$ for BMI₄; ### $p = 0,0054$ for BMI₅ [A]; Comparison: women BMI₂ vs women BMI₅: ** $p < 0,000001$ [D], ** $p < 0,001$ [E], BMI₂ v BMI₄: \$ $p < 0,025$ [E]

12,8%-17,2% превышал уровень мочевой кислоты крови у женщин (рис. 2D, $p < 0,05$).

Динамика экскреции мочевой кислоты у мужчин при развитии ожирения была сходной с динамикой кальциурии и урикемии (рис. 2D). При этом отчетливо проявляется обратная зависимость выраженности урикемии и урикурии от снижения показателей pH мочи по мере прогрессирования ожирения от ИМТ₂ до ИМТ₅ (рис. 2E, $p < 0,05$).

У больных МКБ нормального веса тела (ИМТ₂) уровень урикурии у мужчин на 14,7% превышал этот уровень у женщин ($p = 0,017$), при избыточном весе (ИМТ₃) – на 33,0% ($p < 0,000001$), при ожирении 1 ст (ИМТ₄) – на 34,2% ($p < 0,000001$), а при ожирении 2-3 ст (ИМТ₅) – уже на 37,4% ($p = 0,001$) (рис. 2С).

Экскреция фосфора с мочой при МКБ у мужчин по сравнению с женщинами прогрессивно повышается с ростом ИМТ и степени ожирения в 1,25 – 1,52 раз (рис. 3А, $p < 0,0004$). По-видимому, это приводит у мужчин к снижению уровня фосфора крови, значения которого на 7,3% – 10,5% стабильно ниже уровня этого показателя у женщин (рис. 3В, $p < 0,02$). У женщин таких нарушений не наблюдается: по сравнению с мужчинами уровень фосфора крови у них выше, а его экскреция с мочой с ростом степени ожирения возрастает у женщин умеренно, повышаясь при ожирении 2-3 ст (ИМТ₅) всего на 13,5% (рис. 3А, $p = 0,034$), тогда как у мужчин экскреция фосфора при этих степенях ожи-

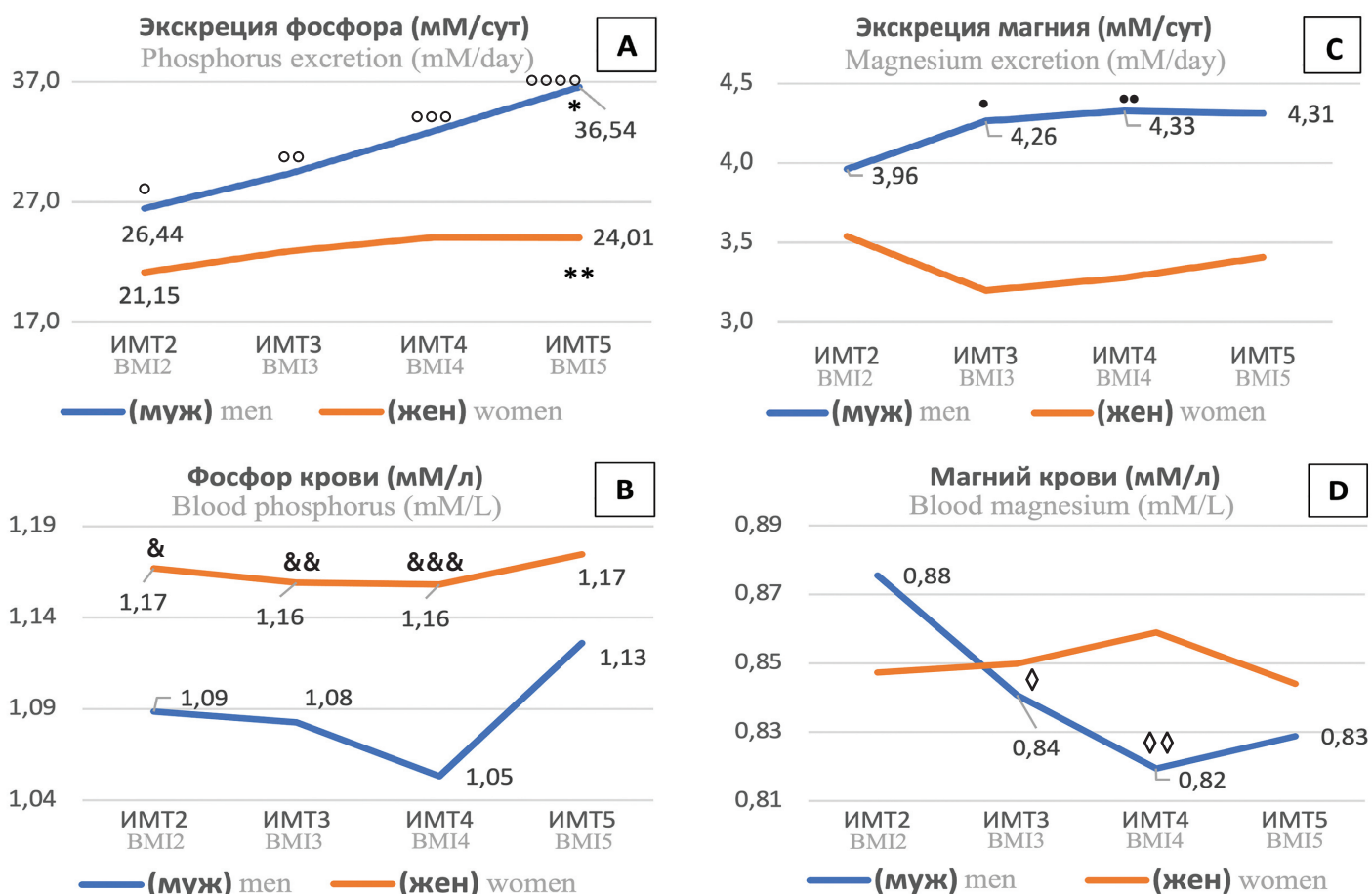


Рис. 3. Биохимические показатели мочи и крови у пациентов с МКБ и различной величиной ИМТ. **А** – экскреция фосфора (мМ/сут), **В** – фосфор крови (мМ/л), **С** – экскреция магния (мМ/сут), **Д** – магний крови (мМ/л). Группы пациентов: ИМТ₂ – с нормальным весом, ИМТ₃ – с избыточным весом, ИМТ₄ – с ожирением 1 ст, ИМТ₅ – с ожирением 1 степени, ИМТ₅ – с ожирением 2 и 3 ст. Показатели достоверности различия при сравнении между мужчинами ИМТ₂ v ИМТ₅: * $p=0,0012$ [A]; ИМТ₂ v ИМТ₃: $\diamond p=0,047$, ИМТ₂ v ИМТ₄: $\diamond\diamond p=0,011$ [D]; при сравнении между женщинами ИМТ₂ v ИМТ₅: ** $p=0,034$ [A]; при сравнении между мужчинами и женщинами: $\circ p<0,0005$ для ИМТ₂; $\circ\circ p<0,0001$ для ИМТ₃; $\circ\circ\circ p<0,0001$ для ИМТ₄; $\circ\circ\circ\circ p<0,0001$ для ИМТ₅ [A]; при сравнении между мужчинами и женщинами: $\& p<0,02$ для ИМТ₂; $\&\& p<0,001$ для ИМТ₃; $\&\&\& p<0,00025$ для ИМТ₄ [B]; при сравнении между мужчинами и женщинами: * $p<0,0001$ для ИМТ₃; ** $p<0,0001$ для ИМТ₄; *** $p<0,0001$ для ИМТ₅ [C]. Fig. 3. Biochemical parameters of urine and blood in stone former patients with different BMI values. **A** – phosphorus excretion (mM/day), **B** – blood phosphorus (mM/L), **C** – magnesium excretion (mM/day), **D** – blood magnesium (mM/L). Groups of patients: BMI₂ – normal weight patients, BMI₃ – with overweight patients, BMI₄ – patients with obesity 1 deg, BMI₅ – patients with obesity 2 – 3 degrees. Comparison between men BMI₂ v BMI₅: * $p=0,0012$ [A]; BMI₂ v BMI₃: $\diamond p=0,047$, BMI₂ v BMI₄: $\diamond\diamond p=0,011$ [D]; comparison: women BMI₂ v BMI₅: ** $p=0,034$ [A]; comparison between men and women: $\circ p<0,0005$ for BMI₂; $\circ\circ p<0,0001$ for BMI₃; $\circ\circ\circ p<0,0001$ for BMI₄; $\circ\circ\circ\circ p<0,0001$ for BMI₅ [A]; comparison between men and women: $\& p<0,02$ for BMI₂; $\&\& p<0,001$ for BMI₃; $\&\&\& p<0,00025$ for BMI₄ [B]; the comparison between men and women: * $p<0,0001$ for BMI₃; ** $p<0,0001$ for BMI₄; *** $p<0,0001$ for BMI₅ [C].

рения (ИМТ₅) возрастает почти втрое (на 38,2%, $p=0,00118$).

Экскреция магния у мужчин также как и экскреция фосфора сохраняется на высоком уровне при развитии ожирения и превышает показатели экскреции магния у женщин на 33,1% – 26,4% (рис. 3С, $p<0,002$). При этом у пациентов мужчин высокая экскреция магния, по-видимому, обусловлена потерей магния крови, уровень которого снижался по мере нарастания степени ожирения (рис. 3D, $p<0,05$). В отличие от мужчин, у женщин с МКБ и ожирением различной степени показатели магния крови были более стабильны и его экскреция с мочой была более низкой (рис. 3С, D, $p<0,002$).

Данные, приведенные на рисунках 2 и 3 свидетельствуют о различных механизмах регуляции уровня кальция, мочевой кислоты, фосфора и магния в крови и моче у мужчин и женщин с МКБ, имеющих избыточный вес и ожирение различной степени. Это указывает на характерные гендерные особенности метаболизма камнеобразующих веществ. Можно полагать, что эти

особенности свидетельствуют о существовании различных механизмов направленности и различной активности литогенеза у мужчин и женщин при развитии ожирения.

Одним из проявлений этого может служить выявленное в настоящей работе характерные особенности распределения метаболических типов камней у мужчин и женщин при прогрессировании ожирении (рис. 1 А,В). При этом, как уже отмечалось, преимущественное формирование мочекаислых камней наблюдается у мужчин с ожирением, по сравнению с женщинами-пациентами, имеющими ожирение той же степени.

Как было отмечено ранее, с ростом ИМТ у пациентов обоих полов частота выявления мочекаислых камней значительно возрастает (рис.1, табл. 2) что, как известно, связано с повышенной экскрецией мочевой кислоты и низкими значениями рН мочи. Тем не менее, активное формирование мочекаислых камней при развитии ожирения сопровождается изменением химического состава и других мочевых камней, что

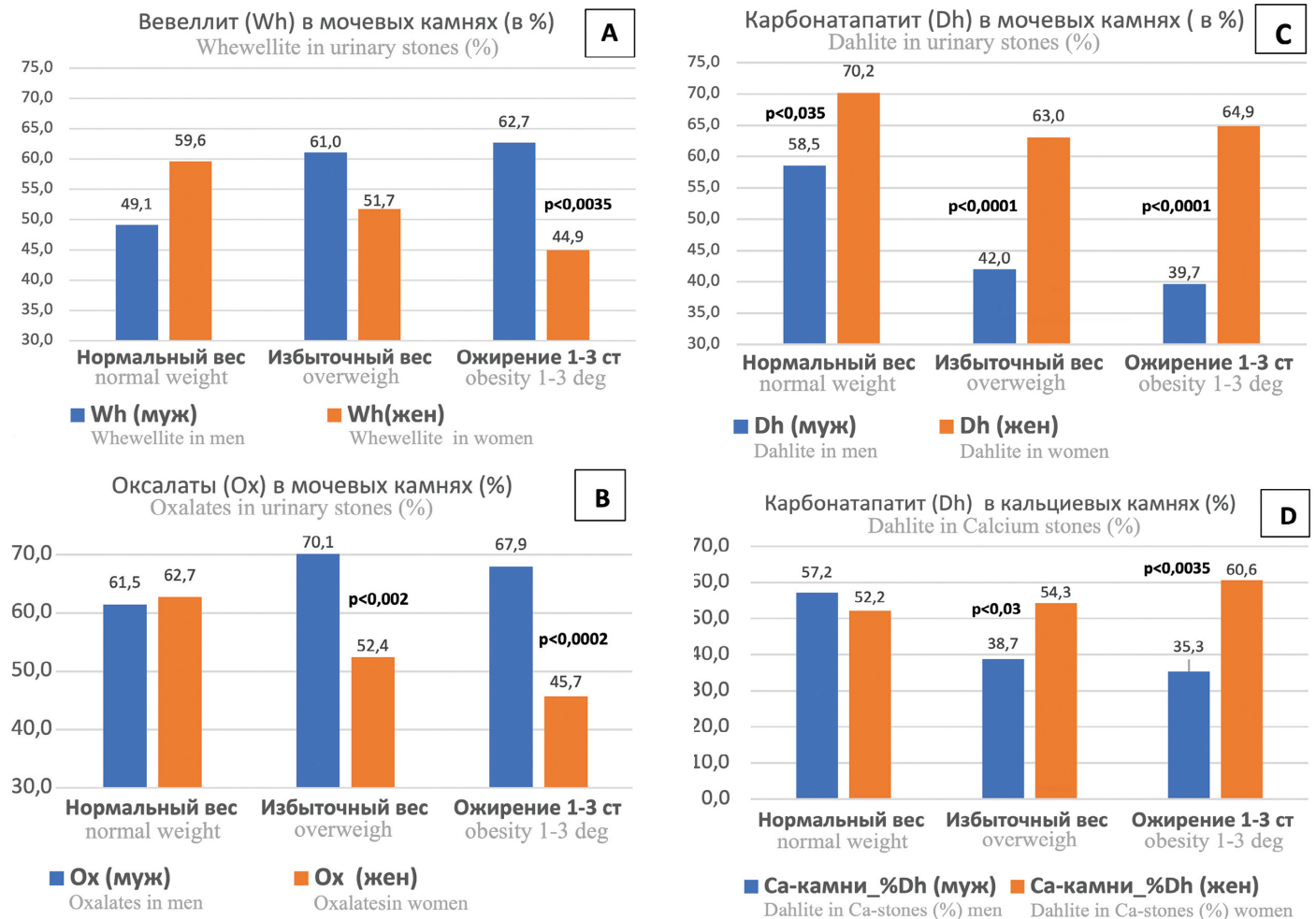


Рис. 4. Распределение оксалатного (А,В) и фосфатного (С, D) минеральных компонентов в мочевых камнях у пациентов с МКБ и различной величиной ИМТ. Указаны показатели достоверности различия между мужчинами и женщинами
 Fig. 4. Distribution of oxalate (A,B) and phosphate (C,D) mineral components in urinary stones of stone formers with different BMI values: – normal weight, overweight, obesity 1-3 degrees. Comparisons between men and women are indicated in p-values

свидетельствует о более сложных механизмах литогенеза и участии других метаболических факторов.

При одной и той же степени ожирения у пациентов с МКБ соотношение основных минеральных компонентов в мочевых камнях у мужчин и женщин имеет характерные отличия, что указывает на существование определенных гендерных различий в механизмах литогенеза.

Так, в мочевых камнях женщин по сравнению с мужчинами при развитии ожирения доля вевеллита (Wh) снижается на 39,6% (рис. 4А, $p < 0,0035$; χ^2 тест для тренда $p = 0,0011$), а в целом, доля оксалатного минерального компонента (Ох) уменьшается на 33,8% – 48,6% (рис. 4В, $p < 0,002$; χ^2 тест для тренда $p = 0,0001$). В противоположность этому с развитием ожирения у мужчин в отличие от женщин в мочевых камнях постепенно снижается содержание фосфатного компонента (карбонатапатита, Dh) на 20,0% – 63,5% (рис. 4С, $p < 0,0001$; χ^2 тест для тренда $p = 0,0001$). Такая же выраженная динамика снижения доли карбонатапатита наблюдается и в смешанных оксалатно-фосфатных («кальциевых») мочевых камнях – на 40,3% – 71,7% (рис. 4Д, $p < 0,03$; χ^2 тест для тренда $p = 0,0025$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты настоящего исследования показывают, что у пациентов с МКБ, страдающих ожирением, наблюдается формирование мочевых камней различного химического состава, причем распределение типов камней у мужчин и женщин отличается. Это позволяет полагать, что направленность литогенеза зависит от выраженности ожирения и связанных с ним патогенетических механизмов, в результате которых формируются литогенные метаболические факторы, в разной степени влияющие на активность камнеобразования у мужчин и женщин.

Так, у пациентов обоих полов при развитии ожирения возрастает частота выявления мочекислых камней по сравнению с пациентами нормального веса, что приводит к значительному повышению относительного риска формирования мочекислых камней: у женщин более, чем в 3 раза, а у мужчин – в 9-10 раз. Однако F.Y. Chu и соавт. наблюдали только слабую связь на уровне тенденции, между ожирением и развитием мочекислых камней [21]. Прирост доли мочекислых камней при увеличении ИМТ, но не оксалатных и фосфатных

камней, наблюдали ранее M. Daudon и соавт. [22]. Однако это увеличение, даже у мужчин, было более, чем вдвое ниже по сравнению с нашими результатами.

При морбидном ожирении (ИМТ ≥ 40 кг/м²) доля мочекислых камней может возрасти до 23,9% по сравнению с 8,9% у пациентов, имеющих нормальный вес при сохранении преобладающей доли оксалатных камней [23]. Сходные данные были получены в настоящем исследовании: при морбидном ожирении (ИМТ > 35 кг/м²) по сравнению с пациентами нормального веса доля мочекислых камней составляла у мужчин 35,0% vs 3,5% и у женщин 29,3% vs 8,8%. Как было установлено нами, возрастание доли мочекислых камней при прогрессировании ожирения приводит к изменению соотношения других типов камней: у женщин относительная доля оксалатных камней снижается, а доля камней из карбонатапатита сохраняется высокой по сравнению с мужчинами.

Учитывая, что гиперурикурия не является ведущим фактором образования мочекислых камней, по сравнению с низким уровнем рН мочи, тем не менее, гиперурикурия выявляется у 63% пациентов с мочекислыми камнями [24, 25]. Даже при отсутствии стабильно низкого рН мочи гиперурикурия может привести к образованию камней, которые в этом случае часто представляют собой смешанные камни, состоящие из оксалата кальция и урата [26].

Как было показано нами, при возрастании ИМТ проявляется воздействие этих двух литогенных факторов – повышенной экскреции мочевой кислоты и снижения рН мочи, более выраженное у мужчин, чем у женщин. По-видимому, такое более сильное литогенное воздействие является причиной и более активного уратного литогенеза у мужчин, поскольку у них доля мочекислых камней в 1,2–1,5 раза выше по сравнению с женщинами.

Как отмечено в данной работе, гендерные особенности метаболизма литогенных веществ наблюдаются уже у пациентов с МКБ, имеющих нормальный вес. Так, пациенты-мужчины нормального веса в отличие от женщин имеют более высокий уровень фосфора крови и повышенную экскрецию с мочой кальция и фосфора.

Возможно, подобные гендерные особенности литогенных метаболических факторов имеют связь с тем фактом, что на протяжении последних десятилетий наибольшая распространенность МКБ наблюдается у мужчин по сравнению с женщинами и соотношение мужчины/женщины (гендерный коэффициент) в различных странах мира составляет примерно 1,5–2,5 [29, 30]. Однако считают, что преобладание мужчин среди пациентов с МКБ объясняется особыми механизмами литогенеза, непосредственно не связанными с уровнем половых гормонов (тестостерона и эстрадиола). Последнее было продемонстрировано при анализе результатов обследования 10 193 участников исследо-

вания NHANES после корректирования данных по таким факторам риска камнеобразования, как возраст, раса, ИМТ и сопутствующие заболевания [31]. В то же время имеются данные о снижении гендерного коэффициента в США за 30 лет (1970–2000 гг.) с 3:1 до 1,3:1, что связывают с изменениями в питании, а также с распространением метаболического синдрома, ожирения и диабета [32]. Тем не менее, гендерный коэффициент в различных странах продолжает сохраняться выше единицы (1,3–4,0), свидетельствуя о большей склонности мужчин к формированию мочевых камней по сравнению с женщинами [27, 28, 33, 35–37].

По мере развития ожирения гендерные различия литогенеза, как показано в настоящей работе, становятся еще более заметными. В отличие от женщин это проявляется у пациентов мужчин более выраженной экскрецией с мочой кальция, мочевой кислоты, фосфора и магния; высоким уровнем в крови фосфора, мочевой кислоты и снижением в крови уровня кальция и магния. Подобные данные были получены при обследовании 5 942 пациентов с МКБ, согласно которым у пациентов с ожирением (свыше 120 кг для мужчин и 100 кг для женщин) по сравнению с пациентами, не страдающими ожирением, отмечены более высокие показатели экскреции кальция, оксалатов и мочевой кислоты, а также более низкие значения рН мочи, что увеличивает риск образования камней в почках [38].

Обследование 527 больных с идиопатическим кальций-оксалатным уролитиазом также показало на существование тесной положительной корреляции у пациентов обоих полов между ИМТ и экскрецией мочевой кислотой, натрия и фосфора, и отрицательной корреляционной связи между ИМТ и рН мочи. При этом авторами отмечена прямая зависимость между ИМТ и экскрецией кальция только у мужчин, но не у женщин [39]. Аналогичные данные были получены и в настоящем исследовании.

G.C. Curhan и E.N. Taylor, анализируя данные трех крупных когортных исследований (NHS I и II и HPFS), изучили экскреторные показатели мочи у лиц, имевших и не имевших эпизоды МКБ в течение своей жизни. Было обнаружено, что у мужчин с МКБ и более высоким ИМТ наблюдались и более высокие показатели экскреции с мочой кальция, оксалатов, натрия, мочевой кислоты, магния и фосфора, а также более низкий рН мочи. У женщин с МКБ корреляция между ИМТ и экскрецией кальция и магния отсутствовала, а по другим показателям была менее выражена [40].

Сходные результаты были получены и в настоящем исследовании. По мнению E.N. Taylor, G.C. Curhan положительная корреляция между увеличением ИМТ и ростом экскрецией кальция и фосфора обусловлена повышенным потреблением пациентами с ожирением животного белка и натрия, а не функциональными и метаболическими нарушениями, вызываемыми

самим ожирением [40]. Это указывает на возможность снижения литогенности мочи у пациентов с ожирением путем коррекции рациона, изменяя нутриентный состав потребляемой пищи.

Следует заметить, что E.N. Taylor и соавт. не обнаружили связи между величиной ИМТ и показателем перенасыщенности мочи оксалатом кальция ни у мужчин, ни у женщин, тогда как между ИМТ и перенасыщенностью мочи мочевой кислотой такая прямая зависимость была сильно выражена, особенно у мужчин [40]. Это в определенной степени подтверждается повышенной урикурией у мужчин, согласно результатам проведенного нами настоящего исследования.

Действительно, частота встречаемости оксалатных камней снижается у пациентов обоих полов по мере развития ожирения, причем более выражено у женщин с ожирением 2-3 степени. В то же время, показатели ОР возникновения мочекислых камней при развитии ожирения у мужчин с МКБ почти в 3 раза выше показателей ОР для этих камней у женщин. Это, по-видимому, связано с более высокой перенасыщенностью мочи мочевой кислотой у мужчин, с одной стороны и более выраженной «чистой экскрецией кислот» (Net Acid Excretion) – с другой стороны, что характерно для пациентов с мочекислыми камнями и высоким индексом массы тела [41].

ВЫВОДЫ

У пациентов с МКБ существуют гендерные отличия по метаболическим факторам риска, которые проявляются уже у пациентов с нормальным весом и становятся более заметными при прогрессировании ожирения. Формирование мочевых камней в значительной степени связано со степенью ожирения. С возрастанием ИМТ соотношение между метаболическими типами камней у пациентов изменяется и приобретает характерные отличия у мужчин и женщин. По сравнению с пациентами нормального веса при развитии ожирения риск развития уратного уролитиаза у мужчин возрастает в значительно большей степени, чем у женщин. Со степенью ожирения ассоциированы метаболические факторы, участвующие в литогенезе, наиболее выраженные у мужчин в виде повышенной экскреции кальция, мочевой кислоты, фосфора, магния и низких значений pH мочи. По-видимому, ожирение можно рассматривать как комплексный метаболический литогенный фактор мочекислового уролитиаза, имеющий гендерные особенности. Учитывая это, требуется особый комплексный подход к профилактическому или противорецидивному лечению, включающему как меры по нормализации ИМТ, так и меры по устранению или ослаблению воздействия сопутствующих литогенных метаболических факторов. ■

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, Denmark. «European Health for All database (HFA-DB)», Updated: 08 September 2020; URL: https://gateway.euro.who.int/en/indicators/hfa_627-3020-age-standardized-prevalence-of-overweight-defined-as-bmi-25-kgm2-in-people-aged-18-years-and-over-who-estimates/
2. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, Denmark. «European Health for All database (HFA-DB)», Updated: 08 September 2020; URL: https://gateway.euro.who.int/en/indicators/hfa_630-3023-age-standardized-prevalence-of-obesity-defined-as-bmi-30-kgm2-in-people-aged-18-years-and-over-who-estimates/
3. Aune D, Mahamat-Saleh Y, Norat T, Riboli E. Body fatness, diabetes, physical activity and risk of kidney stones: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Eur J Epidemiol* 2018;33(11):1033-1047. <https://doi.org/10.1007/s10654-018-0426-4>.
4. Carbone A, Al Salhi Y, Tasca A, Palleschi G, Fuschi A, De Nunzio C, et al. Obesity and kidney stone disease: a systematic review. *Minerva Urol Nefrol* 2018;70(4):393-400. <https://doi.org/10.23736/S0393-2249.18.03113-2>.
5. Feng X, Wu W, Zhao F, Xu F, Han D, Guo X, et al. Relationship between body mass index and kidney stones based on dose-response analyses using restricted cubic splines applied to NHANES 2011-2016 Data. *J Ren Nutr* 2021;31(3):263-269. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2020.05.003>.
6. Yoshimura E, Sawada SS, Lee IM, Gando Y, Kamada M, Matsushita M, et al. Body mass index and kidney stones: a cohort study of Japanese Men. *J Epidemiol* 2016;26(3):131-6. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20150049>.
7. Geraghty R.M, Cook P, Roderick P, Somani B. Risk of metabolic syndrome in kidney stone formers: a comparative cohort study with a median follow-up of 19 years. *J Clin Med* 2021;10(5):978. <https://doi.org/10.3390/jcm10050978>.
8. Kelly C, Geraghty RM, Somani BK. Nephrolithiasis in the obese patient. *Curr Urol Rep* 18;20(7):36. <https://doi.org/10.1007/s11934-019-0898-0>.
9. Sarica K. Obesity and stones. *Curr Opin Urol* 2019;29(1):27-32. <https://doi.org/10.1097/MOU.0000000000000557>.
10. Singh NP, Boyd CJ, Poore W, Wood K, Assimos DG. Obesity and kidney stone procedures. *Rev Urol* 2020;22(1):24-29.
11. Kim S, Chang Y, Yun KE, Jung HS, Kim I, Hyun YY, et al. Metabolically healthy and unhealthy obesity phenotypes and risk of renal stone: a cohort study. *Int J Obes (Lond)* 2019;43(4):852-861. <https://doi.org/10.1038/s41366-018-0140-z>.
12. Semins MJ, Shore AD, Makary MA, Magnuson T, Johns R, Matlaga BR. The association of increasing body mass index and kidney stone disease. *J Urol* 2010;183:571-5.
13. Negri AL, Spivacow FR, Del Valle EE, Forrester M, Rosende G, Pinduli I. Role of overweight and obesity on the urinary excretion of promoters and inhibitors of stone formation in stone formers. *Urol Res* 2008;36:303-7.
14. Ekeruo Wo, Tan YH, Young MD, Dahm P, Maloney ME, Mathias BJ, et al. Metabolic risk factors and the impact of medical therapy on the management of nephrolithiasis in obese patients. *J Urol* 2004;172:159-63.
15. Daudon M, Lacour B, Jungers P. Influence of body size on urinary stone composition in men and women. *Urol Res* 2006;34:193-9.
16. Curhan GC, Willett WC, Rimm EB, Speizer FE, Stampfer MJ. Body size and risk of kidney stones. *J Am Soc Nephrol* 1998;9:1645-52.
17. Taylor EN, Stampfer MJ, Curhan GC. Obesity, weight gain, and the risk of kidney stones. *JAMA* 2005;293:455-62.
18. WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva: World Health Organization, 1995; 452 p.
19. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Technical Report Series 894. Geneva: World Health Organization, 2000; 253 p.
20. Sistrom CL, Garvan CW. Proportions, odds, and risk. *Radiology* 2004;230(1):12-19. <https://doi.org/10.1148/radiol.2301031028>.
21. Chu FY, Chang CC, Huang PH, Lin YN, Ku PW, Sun JT, et al. The association of uric acid calculi with obesity, prediabetes, type 2 diabetes mellitus, and hypertension. *Biomed Res Int* 2017;2017:7523960. <https://doi.org/10.1155/2017/7523960>.
22. Daudon M, Lacour B, Jungers P. Influence of body size on urinary stone composition in men and women. *Urol Res* 2006;34(3):193-9. <https://doi.org/10.1007/s00240-006-0042-8>.
23. Kadlec AO, Greco K, Fridirici ZC, Hart ST, Vellos T, Turk TM. Metabolic syndrome and urinary stone composition: what factors matter most? *Urology* 2012;80(4):805-10. <https://orcid.org/10.1016/j.urology.2012.05.011>.
24. Dardamanis M. Pathomechanisms of nephrolithiasis. *Hippokratia* 2013;17:100-7.
25. Strohmaier WL, Wrobel BM, Schubert G. Overweight, insulin resistance and blood pressure

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

(parameters of the metabolic syndrome) in uric acid urolithiasis. *Urol Res* 2012;40:171–5

26. Ngo TC, Assimos DG. Uric Acid nephrolithiasis: recent progress and future directions. *Rev Urol* 2007;9:17–27.

27. Scales CD, Jr, Smith AC, Hanley JM, Saigal CS, Urologic diseases in America P (2012) Prevalence of kidney stones in the United States. *Eur Urol* 62(1):160–165. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2012.03.052>.

28. Knoll T, Schubert AB, Fahlenkamp D, Leusmann DB, Wendt-Nordahl G, Schubert G (2011) Urolithiasis through the ages: data on more than 200,000 urinary stone analyses. *J Urol* 185(4):1304–1311. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2010.11.073>.

29. Walker V, Stansbridge EM, Grifn DG (2013) Demography and biochemistry of 2800 patients from a renal stones clinic. *Ann Clin Biochem* 50 (Pt 2):127–139. doi:10.1258/acb.2012.012122

30. Zeng Q, He Y. Age-specific prevalence of kidney stones in Chinese urban inhabitants. *Urolithiasis* 2013;41 (1):91–93. <https://doi.org/10.1007/s00240-012-0520-0>.

31. Nackeeran S, Katz J, Ramasamy R, Marcovich R. Association between sex hormones and kidney stones: analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey. *World J Urol* 2021;39(4):1269–1275. <https://orcid.org/10.1007/s00345-020-03286-w>.

32. Lieske JC, Pena de la Vega LS, Slezak JM, Bergstralh EJ, Leibson CL, Ho KL, Gettman MT. Renal stone epidemiology in Rochester, Minnesota: an update. *Kidney Int* 2006;69 (4):760–764. <https://doi.org/10.1038/sj.ki.5000150>

33. Strope SA, Wolf JS, Jr, Hollenbeck BK. Changes in gender distribution of urinary

stone disease. *Urology* 2010;75 (3):543–546, 546 e541. <https://doi.org/10.1016/j.jurology.2009.08.007>

34. Asper R. Epidemiology and socioeconomic aspects of urolithiasis. *Urol Res* 1984;12(1):1–5.

35. Abomelha MS, Al-Khader AA, Arnold J. Urolithiasis in Saudi Arabia. *Urology* 1990;35(1):31–34

36. Lee YH, Huang WC, Tsai JY, Lu CM, Chen WC, Lee MH, et al. Epidemiological studies on the prevalence of upper urinary calculi in Taiwan. *Urol Int* 2002;68(3):172–177. <https://doi.org/10.1159/000048445>

37. Kabore FA, Kambou T, Zango B, Ouattara A, Simpore M, Lougue-Sorgho C, et al. Epidemiology of a cohort of 450 urolithiasis at the Yalgado Ouedraogo University hospital of Ouagadougou (Burkina Faso). *Progres Urol* 2013;23 (12):971–976

38. Powell CR, Stoller ML, Schwartz BF, Kane C, Gentle DL, Bruce JE, et al. Impact of body weight on urinary electrolytes in urinary stone formers. *Urology* 2000;55(6):825–30. [https://doi.org/10.1016/s0090-4295\(99\)00617-2](https://doi.org/10.1016/s0090-4295(99)00617-2).

39. Siener R, Glatz S, Nicolay C, Hesse A. The role of overweight and obesity in calcium oxalate stone formation. *Obes Res* 2004;12(1):106–13. <https://doi.org/10.1038/oby.2004.14>.

40. Taylor EN, Curhan GC. Body size and 24-hour urine composition. *Am J Kidney Dis* 2006;48(6):905–15. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2006.09.004>.

41. Bobulescu IA, Park SK, Xu LHR, Blanco F, Poindexter J, Adams-Huet B, et al. Net Acid Excretion and Urinary Organic Anions in Idiopathic Uric Acid Nephrolithiasis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2019;14(3):411–420. <https://doi.org/10.2215/CJN.10420818>.

Сведения об авторах:

Голованов С.А. – д.м.н., руководитель группы научно-лабораторного отдела НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А.Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава; Москва, Россия; sergeygol124@mail.ru, РИНЦ Author ID 636685

Просьянников М.Ю. – к.м.н., зав. отделом мочекаменной болезни НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; Москва, Россия; prosyannikov@gmail.com, РИНЦ Author ID 791050

Каприн А.Д. – д.м.н., профессор, академик РАН, генеральный директор ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; Москва, Россия; kaprin@mail.ru; РИНЦ AuthorID 96775

Сивков А.В. – к.м.н., заместитель директора по научной работе НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; Москва, Россия; uroinfo@yandex.ru, РИНЦ Author ID 622663

Анохин Н.В. – к.м.н., научный сотрудник отдела мочекаменной болезни НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; Москва, Россия; anokhinmikolay@yandex.ru, РИНЦ AuthorID 880749

Войтко Д.А. – к.м.н., научный сотрудник отдела мочекаменной болезни НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; Москва, Россия; 1987vda@mail.ru, РИНЦ AuthorID 942353

Дрожжева В.В. – старший научный сотрудник группы клинической лабораторной диагностики научно-лабораторного отдела НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А.Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; Москва, Россия; drozhzhevavv@mail.ru, РИНЦ Author ID 696724

Вклад авторов:

Голованов С.А. – анализ соответствующих теме научных публикаций, разработка дизайна исследования, обобщение и статистический анализ полученных данных, 20%
 Просьянников М.Ю. – сбор первичного материала, раздел «Обсуждение результатов исследования», 20%
 Каприн А.Д. – научное руководство, 10%
 Сивков А.В. – раздел «Обсуждение результатов исследования», 15%
 Анохин Н.В. – участие в сборе первичного материала, дизайн графического материала, 13%
 Войтко Д.А. – участие в сборе первичного материала, в статистической обработке данных 12%
 Дрожжева В.В. – сбор первичного материала, обсуждение результатов исследования, 10%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 08.08.21

Результаты рецензирования: 19.09.21

Исправления получены: 15.10.21

Принята к публикации: 25.10.21

Information about authors:

Golovanov S.A. – Dr. Sc., head of group of scientific laboratory department, N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – Branch of the National Medical Research Centre of Radiology of the Ministry of Health of Russian Federation; Moscow, Russia; sergeygol124@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6516-4730>

Prosyannikov M.Yu. – PhD, Head of Department of urolithiasis of N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – Branch of the National Medical Research Centre of Radiology of the Ministry of Health of Russian Federation; Moscow, Russia; prosyannikov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3635-5244>

Kaprin A.D. – Dr. Sc, professor, academician of RAS, general director of the National Medical Research Centre of Radiology of Ministry of health of Russian Federation; Moscow, Russia; kaprin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8784-8415>

Sivkov A.V. – PhD, deputy director on scientific work of N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – Branch of the National Medical Research Centre of Radiology of the Ministry of Health of Russian Federation; Moscow, Russia; uroinfo@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8852-6485>

Anokhin N.V. – PhD, Researcher of the Department of urolithiasis of N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – Branch of the National Medical Research Centre of Radiology of the Ministry of Health of Russian Federation; Moscow, Russia; anokhinmikolay@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4341-4276>

Voytko D.A. – PhD, Researcher of the department of urolithiasis of N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – Branch of the National Medical Research Centre of Radiology of the Ministry of Health of Russian Federation; Moscow, Russia; 1987vda@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1292-1651>

Drozhzheva V.V. – researcher of scientific Laboratory Department of N.A. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – Branch of the National Medical Research Radiological; Moscow, Russia

Authors' contributions:

Golovanov S.A. – analysis of relevant scientific publications, development of research design, generalization and statistical analysis of the data obtained, 20%
 Prosyannikov M.Yu. – collection of primary material, section «Discussion of research results», 20%
 Kaprin A.D. – Scientific Guide, 10%
 Sivkov A.V. – section Discussion of the results of the study, 15%
 Anokhin N.V. – participation in the collection of primary material, design of graphic material, 13%
 Voytko D.A. – participation in the collection of primary material, in the statistical processing of data, 12%
 Drozhzheva V.V. – collection of primary material, discussion of the results of the study, 10%

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

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 08.08.21

Peer review: 19.09.21

Corrections received: 15.10.21

Accepted for publication: 25.10.21