

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2024-17-1-58-67>

Кислотно-щелочное состояние крови у пациентов с мочекаменной болезнью. Исследование II. Роль pH крови

КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Н.В. Анохин¹, М.Ю. Просянников¹, О.В. Константинова¹, С.А. Голованов¹, Д.А. Войтко¹, А.В. Сивков¹, О.И. Аполихин¹, А.Д. Каприн^{2,3,4}

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

² ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; д. 4, ул. Королева, Калужская область, г. Обнинск, 249036, Россия

³ МНИОИ им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; д. 3, 2-ой Боткинский проезд, Москва, 125284, Россия

⁴ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»; д. 6, ул. Миклухо-Маклая, Москва, 117198, Россия

Контакт: Анохин Николай Валерьевич: anokhinnikolay@yandex.ru

Аннотация:

Введение. В цикле работ, посвященных изучению метаболизма у больных мочекаменной болезнью (МКБ), мы постараемся показать место исследования кислотно-щелочного состояния крови (КЩС) при проведении метафилактики уrolитиаза.

Настоящая работа является продолжением опубликованного ранее материала и посвящена изучению у пациентов с МКБ уровня основных показателей КЩС: pH крови, парциальное давление углекислого газа (pCO_2), парциальное давление кислорода (pO_2), BE (base excess) крови.

Материалы и методы. Исследование проводилось проспективно на базе НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. Проанализированы данные обследования 83 пациентов с диагнозом мочекаменная болезнь (39 мужчин и 44 женщины).

Всем пациентам выполнялся анализ химического состава мочевого камня, биохимический анализ крови и суточной мочи, КЩС крови, паратгормон (ПТГ) крови. Всем пациентам определялся pH утренней мочи.

Результаты. Установлено, что у пациентов с ацидемией (pH крови <7,32) концентрации хлора, креатинина и ионизированного кальция в сыворотке крови достоверно выше, чем в группе пациентов с 7,32 <pH крови <7,42. Показатель BE достоверно ниже, чем в группе сравнения.

В группе больных с гиперкапнией (pCO_2 >51 мм.рт.ст.) отмечается более высокий уровень общего кальция крови ($p < 0,05$) и экскреции магния, более низкий уровень сывороточной концентрации креатинина ($p < 0,05$), мочевины ($p < 0,05$) и хлора ($p < 0,05$), чем у пациентов с 41 < pCO_2 <51 мм.рт.ст.

У пациентов с уровнем BE <-2,5 достоверно выше уровень креатинина, мочевины и хлора в сыворотке крови, более высокие показатели pH мочи ($p < 0,05$) по сравнению с больными с BE >2,5. В группе пациентов с BE <-2,5 статистически достоверно ниже показатели pH крови, pCO_2 крови, ионизированного кальция крови по сравнению с группой пациентов с BE >2,5.

Заключение. С помощью нормализации показателей pH крови возможно корректировать метаболизм основных литогенных веществ, что должно учитываться при разработке схем профилактики и метафилактики МКБ.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь; уrolитиаз; почечный канальцевый ацидоз; ренальный тубулярный ацидоз; тубулопатия; кислотно-щелочное состояние крови; бикарбонаты; причины камнеобразования; литогенез; метафилактика.

Для цитирования: Анохин Н.В., Просянников М.Ю., Константинова О.В., Голованов С.А., Войтко Д.А., Сивков А.В., Аполихин О.И., Каприн А.Д. Кислотно-щелочное состояние крови у пациентов с мочекаменной болезнью. Исследование II. Роль pH крови. Экспериментальная и клиническая урология 2024;17(1):58-67; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2024-17-1-58-67>

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2024-17-1-58-67>

Acid-base condition of blood in patients with urolithiasis. Study II. Role of blood pH

CLINICAL STUDY

N.V. Anokhin¹, M.Yu. Prosyannikov¹, O.V. Konstantinova¹, S.A. Golovanov¹, D.A. Voytko¹, A.V. Sivkov¹, O.I. Apolikhin¹, A.D. Kaprin^{2,3,4}

¹ N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology - branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation; 51, 3-rd Parkovaya street, Moscow, 105425, Russia

² National Medical Research Centre of Radiology of Ministry of health of Russian Federation; 4, st. Koroleva, Kaluga region, Obninsk, 249036, Russia

³ P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute - branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation; 3, 2nd Botkinskiy proezd, Moscow, 125284, Russia

⁴ RUDN University; 6, st. Miklukho-Maklaya, Moscow, 117198, Russia

Contacts: Nikolay V. Anokhin, anokhinnikolay@yandex.ru

Summary:

Introduction. We will try to show the place of acid-base balance (ABB) study in urolithiasis patients. There is the second article in a series of works devoted to the study of ABB in urolithiasis patients. This work is devoted to the study of the level of basic acid base indicators: blood pH, pCO₂, pO₂, BE.

Materials and methods. The study was conducted prospectively at the N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of the Russian Federation. We analyzed data of 83 urolithiasis patients (39 men and 44 women).

All patients underwent an analysis of the urinary stones chemical composition, biochemical analysis of blood and daily urine, blood acid-basic balance, blood parathyroid hormone. Urine pH morning was determined for all patients.

Results. Patients with acidemia (blood pH <7.32) had significantly higher concentrations of chlorine, creatinine and ionized calcium in the blood than in the group of patients with 7.32 < blood pH <7.42. The BE indicator is significantly lower than in the comparison group.

There is a higher level of total blood calcium (p<0.05) and magnesium excretion, a lower level of serum concentration of creatinine (p<0.05), urea (p<0.05) and chlorine (p<0.05) in the group of patients with hypercapnia (pCO₂ >51 mmHg) than in patients with 41 < pCO₂ <51 mmHg.

Patients with a BE level <-2.5 had significantly higher levels of creatinine, urea and chlorine in the blood, and higher urine pH (p<0.05) compared to patients with BE>2.5. Patients with BE < -2.5 also had significantly lower level of blood pH, pCO₂ and ionized calcium compared to the group of patients with BE >2.5.

Conclusion. Normalization of blood pH is capable to correct the metabolism of the main lithogenic substances in urolithiasis patients.

Key words: urolithiasis; kidney stones; renal tubular acidosis; tubulopathy; acid-base balance; bicarbonate; causes of stone formation; lithonenes; metaphylaxis.

For citation: Anokhin N.V., Prosyannikov M.Yu., Konstantinova O.V., Golovanov S.A., Voytko D.A., Sivkov A.V., Apolikhin O.I., Kaprin A.D. Acid-base condition of blood in patients with urolithiasis. Study II. Role of blood pH. *Experimental and Clinical Urology* 2024;17(1):58-67; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2024-17-1-58-67>

ВВЕДЕНИЕ

Метафилактика мочекаменной болезни (МКБ) становится все более востребованной среди пациентов, что подталкивает урологов и врачей других специальностей (нефрологов, эндокринологов) заниматься исследованием возможных первопричин литогенеза [1]. Определение этиологии камнеобразования является краеугольным камнем метафилактики МКБ, без которого невозможно дальнейшее лечение больного [2-4]. Имеющиеся в распоряжении специалистов инструменты для поиска и дифференциальной диагностики метаболических литогенных нарушений при МКБ не обладают 100% эффективностью и не позволяют точно определить патогенетические механизмы уролитиаза. Доказательством этому тезису служит тот факт, что достаточно часто в мировой литературе встречается такой термин, как «идиопатический уролитиаз» [5-7].

Стандартными общепринятыми методами диагностики причин формирования конкрементов являются определение химического состава мочевого камня и биохимический анализ крови и суточной мочи [8-11]. Данные инструменты хорошо зарекомендовали себя и с успехом используются в клинической медицине в течение долгого времени. Ранее мы уже писали, что дополнительным методом диагностики причин литогенеза может стать исследование кислотно-щелочного состава (КЩС) крови [12].

Метод определения КЩС крови известен уже давно, но тем не менее он не нашел широкого применения в урологической практике. По всей видимости,

это связано с техническими сложностями выполнения анализа. Известно, что определение КЩС крови необходимо выполнять как можно скорее после забора материала (в течение нескольких минут), что в клинической практике в большинстве случаев неосуществимо по различным причинам. Несмотря на наличие определенных технических проблем при исследовании КЩС крови, решение вопроса о проведении данного анализа пациентам с МКБ возможно на уровне руководства лечебного учреждения и не требует больших финансовых и ресурсных затрат.

В цикле работ, посвященных изучению метаболизма у больных МКБ, мы постараемся показать место анализа КЩС крови при проведении метафилактики уролитиаза и приведем научное обоснование целесообразности выполнения данного исследования [12].

Настоящая работа является продолжением опубликованного ранее материала и посвящена изучению у пациентов с МКБ результатов основных показателей КЩС: рН крови, парциальное давление углекислого газа (рСО₂), парциальное давление кислорода (рО₂), BE (base excess) крови.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось проспективно на базе НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. Материалом для исследования послужила группа больных с диагнозом мочекаменная болезнь. Все пациенты отбирались случайным образом. ■

Проанализированы данные обследования 83 пациентов: 39 мужчин и 44 женщин. У 40 пациентов выявлены односторонние мочевые камни, у 41 – двусторонние, у 2 больных диагностированы камни единственной почки.

Всем пациентам выполнялся анализ химического состава мочевого камня методом инфракрасной спектроскопии, биохимический анализ крови и суточной мочи на предмет нарушений обмена камнеобразующих веществ, КЩС крови (рН крови, парциальное давление кислорода, парциальное давление углекислого газа, сывороточные концентрации калия, натрия, ионизированного кальция, глюкозы, показатель дефицита либо избытка оснований).

Исследование биохимических показателей суточной экскреции мочи проводили на автоанализаторе ADVIA 1200 (Bayer-Siemens) по стандартным методикам с помощью диагностических наборов реагентов фирмы Siemens (Германия).

Анализ газов и электролитов венозной крови выполняли сразу (в течение 5 минут) после сбора биологического материала на анализаторе газов крови GemPremier 3500 (Испания) по стандартным методикам.

У всех больных определялся уровень паратиреоидного гормона (ПТГ) крови с помощью иммунохимического метода на аппарате Beckman Access 2.

Химический состав мочевых конкрементов выполняли на инфракрасном-Фурье спектрометре Nicolet iS10 (Thermo Scientific, США) с использованием библиотеки спектров мочевых камней известного состава. В случае наличия компонента, составляющего более 50% от всего состава конкремента, химический состав камня относили к группе конкрементов по преобладающему элементу.

Всем пациентам определялся рН утренней мочи.

Статистический анализ выполнялся при помощи методов описательной статистики, вычисления t-критерия для независимых групп, корреляционного ана-

лиза для двух переменных с расчетом коэффициентов корреляции Спирмена (Spearman) посредством компьютерной программы Statistica 10.0 (StatSoft USA). Результат считался достоверным при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследования показали, что у большинства больных (30 пациентов (36,1%)) преобладали мочевые камни, состоящие из вевеллита (кальция оксалата моногидрата), у 25 (30,1%) больных выявлены камни из карбонатапатита. Мочекислые мочевые камни выявлены у 13 (15,7%) пациентов. Конкременты, состоящие из цистина и струвита, обнаружены у 3 (3,6%) больных соответственно. У 2 (2,4%) пациентов выявлены аммоний-уратные мочевые камни. Камни, состоящие из брушита, диагностированы у 1 (1,2%) пациента. Смешанные мочевые камни были выявлены у 6 (7,2%) больных (табл.1).

Анализ данных исследования крови показал, что ацидемия (рН крови $< 7,32$) была выявлена у 38 пациентов (45,8%), нормальный уровень рН крови ($7,32 < \text{рН крови} < 7,42$) наблюдался у 45 больных (54,2%). Пациентов с алкаемией (рН крови $> 7,45$) диагностировано не было.

По данным проведенного статистического анализа с помощью расчета t-критерия Стьюдента зафиксировано, что у пациентов с ацидемией (рН крови $< 7,32$) концентрации хлора и креатинина в сыворотке крови достоверно выше, чем в группе пациентов с $7,32 < \text{рН крови} < 7,42$. При этом обнаружено, что показатель ВЕ достоверно ниже, чем в группе сравнения. Интересным фактом является то, что у больных с ацидемией статистически достоверно выше уровень ионизированного кальция, чем у пациентов с нормальными значениями рН крови, хотя при этом уровень общего кальция крови и суточной мочи не связан со степенью ацидемии. Также прослеживается тенденция к снижению концентрации оксалатов в суточной

Таблица 1. Химический состав мочевых камней

Table 1. Urinary stones chemical composition

Химический состав мочевого камня Urinary stone chemical composition	Кол-во пациентов Patients number	%
Вевеллит (кальция оксалат моногидрат) / Wevellite (calcium oxalate monohydrate)	30	36,1%
Карбонатапатит / Carbonatapatite	25	30,1%
Мочевая кислота / Uric acid	13	15,7%
Струвит / Struvite	3	3,6%
Цистин / Cystine	3	3,6%
Аммония урат / Ammonium urate	2	2,4%
Брушит / Brushite	1	1,2%
Смешанные / Mixed	6	7,3%

моче у пациентов с МКБ при ацидемии ($p=0,0753$) (табл. 2).

Проведенный корреляционный анализ с расчетом непараметрического коэффициента корреляции Спирмена для определения связи, силы и направления взаимосвязи между уровнем рН крови и другими

показателями крови и мочи показал наличие корреляции между уровнем рН крови и концентрацией общего кальция, креатинина, мочевины, хлора сыворотки крови (табл. 3).

У пациентов, страдающих МКБ, установлена положительная корреляционная зависимость средней

Таблица 2. Показатели крови, суточной мочи, КЩС крови у пациентов с МКБ при различных уровнях рН крови
Table 2. Indicators of blood, daily urine, blood acid-base balance in urolithiasis patients at various levels of blood pH

Показатель / Indicators	Кровь, ммоль/л / Blood, mmol/l			Моча, ммоль/сут / Urine, mmol/day		
	Пациенты с рН крови <7,32 (n=38)	Пациенты с 7,32 ≥рН крови ≤7,42 (n=45)	P	Пациенты с рН крови <7,32 (n=38)	Пациенты с 7,32 ≥рН крови ≤7,42 (n=45)	P
Ca	2,354±0,194	2,365±0,149	0,7665	4,682±2,685	4,246±2,870	0,4805
Мочевая к-та / Urinary acid	340,377±95,617	337,478±77,819	0,8793	3139,469±1459,153	3105,390±1065,550	0,9027
P	1,130±0,184	1,186±0,216	0,2099	23,716±10,806	25,127±9,240	0,5229
Cre	110,663±53,086	91,002±24,658	<0,05			
Мочевина / Urea	6,486±3,965	5,713±1,798	0,2438			
Cl	106,857±4,117	105,289±2,181	<0,05	131,579±54,610	138,091±45,614	0,5555
Na	141,543±2,548	141,456±1,918	0,8593	136,921±60,906	137,659±49,435	0,9516
K	4,577±0,647	4,398±0,586	0,1891	48,737±16,695	49,207±20,237	0,9094
Mg	0,841±0,068	0,830±0,077	0,4877	3,301±1,191	3,312±1,375	0,9679
AG	11,023±2,634	12,066±2,752	0,0834	48,568±37,495	51,511±30,967	0,6963
рН	7,263±0,046	7,357±0,026	<0,05			
Цитраты / Citrates				2,642±1,034	2,627±1,140	0,9500
Оксалаты / Oxalate				0,126±0,088	0,164±0,096	0,0753
рCO ₂	61,105±11,018	52,556±4,966	<0,05			
рO ₂	32,211±12,349	36,556±14,453	0,1489			
Ca ₂₊	1,212±0,092	1,170±0,076	<0,05			
Глюкоза / Glucose	5,321±1,556	5,207±0,899	0,6772			
BE	-1,661±4,202	2,087±2,141	<0,05			

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между уровнем рН крови и биохимическими показателями крови и суточной мочи*
Table 3. Correlation coefficients between blood pH and biochemical parameters of blood and daily urine*

	Среднее Average	Std.Dv.	R	p	N
рН крови / blood pH	7,3096	0,06024	0,322218	0,015442	56
Ca крови, ммоль/л / Blood Ca, mmol/l	2,3713	0,18024			
рН крови / blood pH	7,3096	0,06024	-0,357754	0,006789	56
Cre крови, мкмоль/л / Blood Cre, μmol/l	100,3625	39,65376			
рН крови / blood pH	7,3096	0,06024	-0,306620	0,021536	56
Ur крови, ммоль/л / Blood Ur, mmol/l	6,2036	3,40870			
рН крови / blood pH	7,3096	0,06024	-0,488342	0,000134	56
Cl крови, ммоль/л / Blood Cl, mmol/l	106,0893	3,52795			
рН крови / blood pH	7,31139	0,06005	-0,340093	0,003467	72
ПТТГ крови, пг/мл / Blood PTH	59,45278	57,16795			

*в таблице приведены только статистически значимые показатели

*the table shows only statistically significant indicators

силы между уровнем общего кальция крови и рН крови ($r=0,322218$, $p=0,015442$). Установлена отрицательная корреляционная зависимость средней силы между концентрацией креатинина крови и рН крови ($r=-0,357754$, $p=0,006789$), мочевины крови и рН крови ($r=-0,306620$, $p=0,021536$), хлора крови и рН крови ($r=-0,488342$, $p=0,000134$) (табл. 3).

У пациентов с уrolитиазом выявлена отрицательная корреляционная зависимость между показателями рН крови и уровнем ПТГ крови ($r=-0,340093$, $p=0,003467$) (табл. 3).

Считаем важным подчеркнуть, что также прослеживается тенденция к наличию отрицательной корреляционной зависимости между уровнем рН крови

и показателями ионизированного кальция крови ($r=-0,209117$, $p=0,077916$) и между рН крови и концентрацией калия крови ($r=-0,237439$, $p=0,078061$) (табл. 3).

Учитывая наличие корреляционной зависимости сывороточного уровня ПТГ от рН крови, отдельно был проведен корреляционный анализ между цифрами ПТГ, ионизированного кальция и общего кальция крови.

Установлена хорошо известная ранее тесная взаимосвязь между уровнями ПТГ и ионизированного кальция крови. При этом связи между сывороточной концентрацией паратгормона и общего кальция крови выявлено не было (табл. 4).

Таблица 4. Коэффициенты корреляции между уровнем паратгормона крови и показателями общего и ионизированного кальция крови

Table 4. Correlation coefficients between parathyroid hormone and indicators of total and ionized blood calcium

	Среднее Average	Std.Dv.	R	p	N
Са крови, ммоль/л / Blood Ca, mmol/l	2,34957	0,17338	-0,038243	0,753281	70
ПТГ крови, пг/мл / Blood PTH	60,13143	57,83443			
Ca ₂₊ крови, ммоль/л / Blood Ca ₂₊ , mmol/l	1,19069	0,08149	0,556255	<0,000001	72
ПТГ крови, пг/мл / Blood PTH	59,45278	57,16795			

Таблица 5. Показатели крови, суточной мочи, КЩС крови у пациентов с МКБ при различных уровнях рСО₂ крови

Table 5. Indicators of blood and daily urine in urolithiasis patients at various levels of blood рСО₂

Показатель / Indicators	Кровь, ммоль/л / Blood, mmol/l			Моча, ммоль/сут / Urine, mmol/day		
	Пациенты с рСО ₂ ≥41 и ≤51 мм.рт.ст (n=19)	Пациенты с рСО ₂ >51 мм.рт.ст. (n=63)	P	Пациенты с рСО ₂ ≥41 и ≤51 мм.рт.ст (n=19)	Пациенты с рСО ₂ >51 мм.рт.ст. (n=63)	P
Са	2,258±0,202	2,396±0,143	<0,05	3,847±3,355	4,654±2,595	0,2717
Мочевая к-та / Urinary acid	350,147±90,359	337,427±84,251	0,5721	2927,833±1165,045	3185,097±1302,732	0,4423
P	1,156±0,243	1,163±0,193	0,8888	22,716±9,152	25,158±10,207	0,3526
Cre	125,726±70,122	91,737±20,336	<0,05			
Мочевина / Urea	7,389±5,122	5,701±1,803	<0,05			
Cl	107,632±4,362	105,3±2,367	<0,05	131,526±44,914	136,661±51,693	0,6972
Na	140,632±2,241	141,758±2,154	0,0511	128,842±46,737	140,419±57,272	0,4243
K	4,447±0,600	4,508±0,608	0,7013	50,789±20,848	48,528±18,022	0,6453
Mg	0,830±0,048	0,835±0,078	0,8097	2,801±1,573	3,480±1,154	<0,05
AG	11,908±1,802	11,461±2,939	0,5325	53,363±44,430	49,202±30,745	0,6443
Цитраты / Citrates				2,828±1,219	2,542±1,039	0,3165
Оксалаты / Oxalate				0,133±0,101	0,153±0,091	0,4125
рН	7,332±0,087	7,309±0,048	0,1390	6,188±0,704	6,175±0,535	0,9343
рO ₂	45,421±17,334	31,254±10,533	<0,05			
Ca ₂₊	1,171±0,083	1,194±0,087	0,3186			
Глюкоза / Glucose	5,363±1,321	5,249±1,218	0,7268			
BE	-1,900±5,458	1,195±2,510	<0,05			

Вторым этапом работы стало определение pCO_2 венозной крови у пациентов с МКБ. Результаты исследования показали, что у 63 (75,9%) больных диагностировали гиперкапнию (уровень pCO_2 крови находился на уровне >51 мм рт.ст.), при этом у 20 пациентов (24,1%) pCO_2 определялось в пределах нормальных значений (41-51 мм рт.ст.). Больных с гипокапнией ($pCO_2 < 41$ мм рт.ст.) выявлено не было.

Сравнение средних величин биохимических показателей крови у больных с различными показателями pCO_2 крови показало, что в группе больных с гиперкапнией ($pCO_2 > 51$ мм рт.ст.) отмечается более высокий уровень общего кальция ($p < 0,05$) и более низкий уровень сывороточной концентрации креатинина ($p < 0,05$), мочевины ($p < 0,05$) и хлора ($p < 0,05$), чем у пациентов с $41 < pCO_2 < 51$ мм рт.ст. (табл. 5).

Сравнение средних показателей биохимического анализа суточной мочи позволило установить, что в группе пациентов с гиперкапнией (pCO_2 крови > 51 мм рт.ст.) выявлены более высокие цифры экскреции магния, чем у больных с нормальными значениями pCO_2 (табл. 5).

Корреляционный анализ продемонстрировал, что прослеживается отрицательная корреляционная связь между уровнем pCO_2 крови и значениями креатинина крови ($r = -0,270721$, $p = 0,043586$), pCO_2 крови и хлора крови ($r = -0,349051$, $p = 0,008373$). Выявлена положительная корреляционная зависимость между показателями pCO_2 крови и почечной суточной экскрецией общего кальция ($r = 0,285676$, $p = 0,029720$), pCO_2 крови и почечной суточной экскрецией магния ($r = 0,274368$, $p = 0,037140$) (табл. 6).

Отдельно необходимо подчеркнуть, что у пациентов с МКБ корреляционной зависимости между pCO_2 крови и сывороточной концентрацией общего кальция, pCO_2 крови и сывороточной концентрацией ионизированного кальция, а также pCO_2 крови и уровнем ПТТ крови выявлено не было (табл. 6).

Исследование парциального давления кислорода (pO_2) у пациентов, страдающих МКБ, показало, что у большинства больных (51 (61,4%) пациент) выявлена гипоксемия ($pO_2 < 35$ мм рт.ст.), при этом у 18 (21,8%) пациентов pO_2 находилось в пределах нормальных значений, у 14 (16,8%) больных показатель $pO_2 \geq 49$ мм рт.ст.

Сравнение средних величин показателей биохимического анализа крови и суточной мочи показало, что у пациентов с $pO_2 < 35$ мм рт.ст статистически достоверно был выше уровень глюкозы крови, чем у группы сравнения: $5,551 \pm 1,443$ и $4,806 \pm 0,570$ соответственно ($p < 0,05$).

В процессе работы была зафиксирована положительная корреляционная связь между уровнем pO_2 крови и почечной суточной экскрецией кальция ($r = 0,293768$, $p = 0,025208$) и магния ($r = 0,293457$, $p = 0,025370$).

Анализ показателя рассчитанного дефицита/избытка оснований продемонстрировал, что у 12 пациентов с МКБ отмечался низкий уровень ВЕ ($< -2,5$), у 22 больных показатель ВЕ был выше нормы ($> 2,5$). У 49 больных ВЕ был в пределах нормы ($-2,5 < ВЕ < 2,5$).

Проведенный статистический анализ показал, что у пациентов с уровнем ВЕ $< -2,5$ достоверно выше уровень креатинина, мочевины и хлора в сыворотке крови, более высокие показатели рН мочи ($p < 0,05$) по сравнению с больными с ВЕ $> 2,5$. В группе пациентов с ВЕ $< -2,5$ статистически достоверно ниже показатели рН крови, pCO_2 крови, ионизированного кальция крови по сравнению с группой пациентов с ВЕ $> 2,5$ (табл. 7).

Проведенный корреляционный анализ продемонстрировал, что у пациентов с уrolитиазом обнаружена положительная корреляционная зависимость между показателем ВЕ и уровнем общего кальция крови ($r = 0,359168$, $p = 0,006558$) (табл. 8). Также зафиксирована отрицательная корреляционная связь между

Таблица 6. Коэффициенты корреляции между уровнем pCO_2 крови и биохимическими показателями крови и суточной мочи*
Table 6. Correlation coefficients between blood pCO_2 levels and blood and daily urine values*

	Среднее Average	Std.Dv.	R	p	N
pCO_2 крови / Blood pCO_2	55,9643	9,26963	-0,270721	0,043586	56
Cre крови, мкмоль/л / Blood Cre, $\mu mol/l$	100,3625	39,65376			
pCO_2 крови / Blood pCO_2	55,9643	9,26963	-0,349051	0,008373	56
Cl крови, ммоль/л / Blood Cl, mmol/l	106,0893	3,52795			
pCO_2 крови / Blood pCO_2	55,914	9,495	0,285676	0,029720	58
Ca мочи, ммоль/сут / Urine Ca, mmol/day	4,674	2,918			
pCO_2 крови / Blood pCO_2	55,914	9,495	0,274368	0,037140	58
Mg мочи, ммоль/сут / Urine Mg, mol/day	3,392	1,350			

*в таблице приведены только статистически значимые показатели

*the table shows only statistically significant indicators

показателем BE и креатинином крови ($r=-0,564518$, $p=0,000006$), показателем BE и концентрацией мочевины в крови ($r=-0,413416$, $p=0,001541$), между BE и концентрацией хлора крови ($r=-0,744093$, $p<0,0001$), показателем BE и pH мочи ($r=-0,266883$, $p=0,042850$), BE и уровнем ионизированного кальция крови ($r=-0,232226$, $p=0,049653$), а также между показателем BE и концентрацией ПТГ крови ($r=-0,441821$, $p=0,000102$) (табл. 8).

ОБСУЖДЕНИЕ

pH крови является интегральным показателем работы всего организма. Как ацидоз (pH крови $<7,32$), так и алкалоз (pH крови $>7,42$) способны привести к дисбалансу работы всех органов и систем, что в конечном счете может повлечь гибель организма [13, 14].

В процессе проведенного исследования у пациентов, страдающих МКБ, ацидемия (pH крови $<7,32$) была зафиксирована у 45,8% испытуемых, алкалемия не была диагностирована. Таким образом, можно говорить о том, что для специалистов, занимающихся лечением МКБ, изучение ацидемии и ее влияния на организм пациента имеет определенное значение.

Крайне интересным выглядит тот факт, что в процессе работы зафиксирована корреляционная связь между pH крови и уровнем общего кальция крови, а также корреляционная взаимосвязь между pH крови и показателями ионизированного кальция крови.

Для специалистов, занимающихся вопросами мочекаменной болезни, крайне важно понимать метаболизм кальция в организме, поскольку кальций входит в состав большей части мочевых камней, а

Таблица 7. Показатели крови, суточной мочи, КЩС крови у пациентов с МКБ при различных уровнях BE крови*
Table 7. Indicators of blood and daily urine in urolithiasis patients at various levels of BE*

Показатель / Indicators	Пациенты с BE $<-2,5$ (n=12)	Пациенты с BE $>2,5$ (n=22)	p
Cre крови, мкмоль/л / Blood Cre, $\mu\text{mol/l}$	158,508 \pm 75,433	92,152 \pm 18,589	$<0,05$
Ur крови, ммоль/л / Blood Ur, mmol/l	9,333 \pm 6,055	5,886 \pm 1,960	$<0,05$
Cl крови, ммоль/л / Blood Cl, mmol/l	108,917 \pm 5,567	104,696 \pm 2,324	$<0,05$
pH мочи / Urine pH	6,750 \pm 0,754	6,132 \pm 0,496	$<0,05$
pH крови / Blood pH	7,250 \pm 0,068	7,357 \pm 0,043	$<0,05$
pCO ₂ крови / Blood pCO ₂	50,083 \pm 8,806	56,435 \pm 7,476	$<0,05$
Ca ₂₊ крови / Blood Ca ₂₊	1,243 \pm 0,106	1,171 \pm 0,044	$<0,05$
BE	-6,550 \pm 4,263	3,857 \pm 1,082	$<0,05$

*в таблице приведены только статистически значимые показатели

*the table shows only statistically significant indicators

Таблица 8. Коэффициенты корреляции между уровнем BE крови и показателями крови и суточной мочи*
Table 8. Correlation coefficients between BE levels and blood and daily urine values*

	Среднее Average	Std.Dv.	R	p	N
BE	-0,0321	4,04718	0,359168	0,006558	56
Ca крови, ммоль/л / Blood Ca, mmol/l	2,3713	0,18024			
BE	-0,0321	4,04718	-0,564518	0,000006	56
Cre крови, мкмоль/л / Blood Cre, $\mu\text{mol/l}$	100,3625	39,65376			
BE	-0,0321	4,04718	-0,413416	0,001541	56
Ur крови, ммоль/л / Blood Ur, mmol/l	6,2036	3,40870			
BE	-0,0321	4,04718	-0,744093	0,000000	56
Cl крови, ммоль/л / Blood Cl, mmol/l	106,0893	3,52795			
BE	-0,141	4,142	-0,266883	0,042850	58
pH мочи / urine pH	6,224	0,579			
BE	0,1958	3,85539	-0,232226	0,049653	72
Ca ₂₊ крови / Blood Ca ₂₊	1,1929	0,08947			
BE	0,39444	3,80574	-0,441821	0,000102	72
ПТГ крови, пг/мл / Blood parathyroid hormone	59,45278	57,16795			

*в таблице приведены только статистически значимые показатели

*the table shows only statistically significant indicators

гиперкальциурия является одним из основных метаболических литогенных нарушений [8-10, 15, 16]. Обнаруженная корреляционная связь концентрации кальция и показателей рН крови может пролить свет на малоизвестные механизмы литогенеза у пациентов с МКБ.

Известно, что кальций в плазме существует в виде трех различных фракций: одна связана с белками, другая часть находится в комплексе с анионами, третий тип – свободный, т.е. ионизированный кальций (Ca^{2+}) [17-19]. Общий кальций крови является суммарной величиной всех фракций кальция, как свободного, так и связанного. Ионизированный кальций крови (Ca^{2+}) представляет собой свободно циркулирующий элемент, который не связан с белками и анионами.

Наличие отрицательной корреляционной связи между показателями ионизированного кальция Ca^{2+} и рН крови обусловлено в первую очередь особенностями гомеостаза. Так как Ca^{2+} является катионом, естественно, в крови он связывается с отрицательно заряженными частицами – анионами (бикарбонатом, лактатом, цитратом, белками). Таким образом, свободный Ca^{2+} конкурирует с H^+ за одни и те же анионы. При этом важно помнить, что показатель рН является отрицательным логарифмом концентрации H^+ , то есть повышение количества H^+ приводит к снижению значений рН [19].

Соответственно, увеличение концентрации H^+ в крови стимулирует конкуренцию между катионами, в том числе и Ca^{2+} , за свободные анионы. Именно с этим процессом связано увеличение концентрации свободного ионизированного кальция при снижении рН крови.

Достаточно сложно объяснить снижение уровня общего кальция крови при снижении значений рН у пациентов с МКБ.

Показательно, что в других работах, носящих экспериментальный характер, получены аналогичные результаты. Так, А.М. Gaiter и соавт. в 1997 году провели серию исследований, где инициировали развитие острого ацидоза и острого алкалоза у здоровых волонтеров при помощи внутривенного введения аммония хлорида NH_4Cl и натрия бикарбоната NaHCO_3 . Коллеги также зафиксировали увеличение уровня ионизированного кальция у волонтеров с острым ацидозом. Исследователи выявили повышение концентрации общего кальция сыворотки крови не только при остром ацидозе, но и при остром алкалозе. Причем увеличение концентрации общего кальция показало гораздо больший рост при алкалозе [18].

Важно помнить, что одни и те же изменения рН крови по-разному влияют на сывороточную концентрацию Ca^{2+} : показатели кальция сохраняются практически на одном уровне при остром респираторном кислотно-щелочном дисбалансе, несмотря на значи-

тельные изменения рН, тогда как при острых метаболических изменениях даже небольшие изменения рН крови серьезно влияют на уровень Ca^{2+} [18].

Коллеги из НИИ трансплантологии и искусственных органов им. академика В.И. Шумакова показали, что концентрация ионизированного кальция крови Ca^{2+} у здоровых доноров зависит не только от значений рН крови, но и от уровня pCO_2 крови [20]. При этом в нашем исследовании подобной связи зафиксировано не было.

Отдельно необходимо остановиться на увеличении уровня ПТГ крови при снижении показателей рН крови (табл. 3, рис. 1). По всей видимости, рост уровня ПТГ в данном случае носит вторичный характер и является компенсаторной реакцией организма.

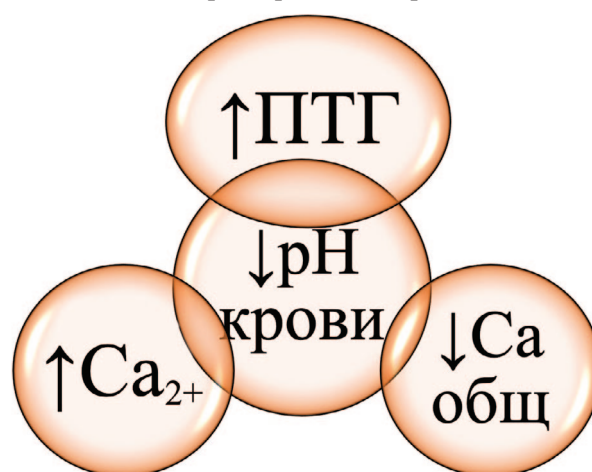


Рис. 1. Зависимость уровней общего, ионизированного кальция крови и уровня паратгормона крови от показателей рН крови у пациентов с МКБ
Fig. 1. Dependence of the levels of total, ionized blood calcium, blood parathyroid hormone levels and blood pH in urolithiasis patients

Статистически достоверное увеличение уровня креатинина крови у больных МКБ с рН крови $<7,32$ может говорить о повышенной вероятности развития и прогрессирования почечной недостаточности у пациентов с уролитиазом и ацидемией. Вероятно, степень ацидемии может быть прогностическим фактором развития и прогрессирования ХБП при уролитиазе. Доказано, что ацидемия является неблагоприятным прогностическим критерием течения ряда других серьезных заболеваний и состояний, таких как инфаркт миокарда, диабетический кетоацидоз, развивающийся при декомпенсированном течении инсулинзависимого сахарного диабета [21, 22].

Наличие отрицательной корреляционной связи между концентрацией рН крови и показателями хлора крови является физиологическим и связано с особенностями поддержания кислотно-щелочного баланса организма [23]. Учитывая, что к снижению рН крови ведет увеличение количества ионов водорода, H^+ связываются со свободными анионами, количество свободных анионов снижается. В связи с этим происходит компенсаторное увеличение концентрации Cl^- в крови. ■

Корреляционную зависимость ВЕ и других показателей крови и суточной мочи можно объяснить тем, что ВЕ является искусственно рассчитываемым коэффициентом, который отражает дефицит или избыток оснований [19, 24, 25]. Фактически ВЕ показывает количество сильного основания или кислоты, которое необходимо добавить, чтобы вернуть рН к значению 7,4 при $pCO_2=40$ мм.рт.ст. и температуре $37^\circ C$. Таким образом, величина ВЕ напрямую зависит от показателя рН крови. Считаем, что именно с этим фактом связана полученная в процессе работы корреляционная связь индекса ВЕ с другими переменными. Подобная корреляционная зависимость была характерна и для показателя рН крови (табл. 3, 8).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты исследования показали, что изучение КЩС крови у больных МКБ, в том числе с рецидивирующей формой, дает возможность извлечь дополнительную информацию о состоянии пациента, а также позволяет задуматься о разработке и применении новых подходов к метафилактике уролитиаза.

С помощью нормализации показателей рН крови возможно корректировать метаболизм основных литогенных веществ, в первую очередь кальция, что должно учитываться при разработке схем профилактики и метафилактики МКБ. ■

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Просьянников М.Ю., Сивков А.В., Константинова О.В., Войтко Д.А., Анохин Н.В., Голованов С.А., Аполихин О.И., Каприн А.Д. Приверженность пациентов к метафилактике мочекаменной болезни. *Экспериментальная и клиническая урология* 2022;15(2):54-65. [Prosyannikov M.Yu., Sivkov A.V., Konstantinova O.V., Voytko D.A., Anokhin N.V., Golovanov S.A., Apolikhin O.I., Kaprin A.D. Adherence of patients to metaphylaxis of urolithiasis. *Экспериментальная и Клиническая урология = Experimental and Clinical Urology* 2022;15(2):54-65. (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2022-15-2-54-65>.
2. Moe OW. Kidney stones: pathophysiology and medical management. *Lancet* 2006;367(9507):333-44. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68071-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68071-9).
3. Khan SR, Pearle MS, Robertson WG, Gambaro G, Canales BK, Doizi S et al. Kidney stones. *Nat Rev Dis Primers* 2016;2:16008. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.8>.
4. Fontenelle LF, Sarti TD. Kidney Stones: Treatment and prevention. *Am Fam Physician* 2019;99(8):490-6.
5. Coe FL, Worcester EM, Evan AP. Idiopathic hypercalciuria and formation of calcium renal stones. *Nat Rev Nephrol* 2016;12(9):519-33. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2016.101>.
6. Lewandowski S, Rodgers AL. Idiopathic calcium oxalate urolithiasis: risk factors and conservative treatment. *Clin Chim Acta* 2004;345(1-2):17-34. <https://doi.org/10.1016/j.cccn.2004.03.009>.
7. Alaya A, Sakly R, Nouri A, Najjar MF, Belgith M, Jouini R. Idiopathic urolithiasis in Tunisian children: a report of 134 cases. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2013;24(5):1055-61. <https://doi.org/10.4103/1319-2442.118099>
8. Skolarikos A, Jung H, Neisius A, Petřík A, Somani B, Tailly T et al. EAU Guidelines on Urolithiasis. *European Association of Urology* 2023, 120 p. URL: <https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis>.
9. Мартов А.Г., Харчилава Р.Р., Акопян Г.Н., Гаджиев Н.К., Мазуренко Д.А., Малхасян В.А. Клинические рекомендации. Мочекаменная болезнь 2020. Одобрено Научно-практическим Советом Минздрава РФ. 61 с. [Martov A.G., Kharchilava R.R., Akopyan G.N., Gadzhiev N.K., Mazurenko D.A., Malkhasyan V.A. Clinical recommendations. Urolithiasis disease 2020. Approved by the Scientific and Practical Council of the Ministry of Health of the Russian Federation. 61 p. (In Russian)]. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/7_1.
10. Pearle MS, Goldfarb DS, Assimos DG, Curhan G, Denu-Ciocca CJ, Matlaga BR, et al.; American Urological Association. Medical management of kidney stones: AUA guideline. *J Urol* 2014;192(2):316-24. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2014.05.006>.
11. Williams JC Jr, Gambaro G, Rodgers A, Asplin J, Bonny O, Costa-Bauzá A, et al. Urine and stone analysis for the investigation of the renal stone former: a consensus conference. *Urolithiasis* 2021;49(1):1-16. <https://doi.org/10.1007/s00240-020-01217-3>.
12. Анохин Н.В., Просьянников М.Ю., Константинова О.В., Голованов С.А., Войтко Д.А., Сивков А.В., и др. Кислотно-щелочное состояние крови у пациентов с мочекаменной болезнью. Исследование I. Роль бикарбонатов. *Экспериментальная и клиническая урология* 2023;16(4):92-101. [Anokhin N.V., Prosyannikov M.Yu., Konstantinova O.V., Golovanov S.A., Voytko D.A., Sivkov A.V., et al. Acid-base balance of blood in urolithiasis patients. Study I: bicarbonates. *Экспериментальная и Клиническая урология = Experimental and Clinical Urology* 2023;16(4):92-101. (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2023-16-4-92-101>.
13. Rajkumar P, Pluznick JL. Acid-base regulation in the renal proximal tubules: using novel pH sensors to maintain homeostasis. *Am J Physiol Renal Physiol* 2018;315(5):F1187-F1190. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00185.2018>.
14. Seifter JL, Chang HY. Extracellular acid-base balance and ion transport between body fluid compartments. *Physiology (Bethesda)* 2017;32(5):367-79. <https://doi.org/10.1152/physiol.00007.2017>.
15. Голованов С.А., Сивков А.В., Анохин Н.В. Гиперкальциурия: принципы дифференциальной диагностики. *Экспериментальная и клиническая урология* 2015;(4):86-92. [Golovanov S.A., Sivkov A.V., Anokhin N.V. Hypercalciuria: principles of differential diagnostics. *Экспериментальная и Клиническая урология = Experimental and Clinical Urology* 2015;(4):86-92. (In Russian)].
16. Просьянников М.Ю., Анохин Н.В., Голованов С.А., Константинова О.В., Сивков А.В., Аполихин О.И. Влияние кальциурии на генез мочевых камней различного химического состава. *Экспериментальная и клиническая урология* 2019;(3):100-3. [Prosyannikov M.Yu., Anokhin N.V., Golovanov S.A., Konstantinova O.V., Sivkov A.V., Apolikhin O.I. Influence of calciuria on the urine stones genesis. *Экспериментальная и Клиническая урология = Experimental and Clinical Urology* 2019;(3):100-3. (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2019-11-3-100-103>.
17. Siggaard-Andersen, Thode J, Fogh-Andersen N. What is «ionized calcium»? *Scand J Clin Lab Invest Suppl* 1983;165:11-6.
18. Gaiter AM, Bonfant G, Manes M, Belfanti P, Alloati S. Relation between blood pH and ionized calcium during acute metabolic alteration of the acid-base balance in vivo. *Scand J Clin Lab Invest* 1997;57(4):317-23. <https://doi.org/10.3109/00365519709099405>
19. Торшин В.А. Кислотно-щелочной баланс в интенсивной терапии. Контроль и коррекция нарушений кислотно-основного состояния в практике интенсивной терапии. *Медицинский алфавит* 2015;2(9):30-32. [Torshin V.A. Control and correction of acid-base disorders in critical care practice. *Meditsinskiy alfavit = Medical alphabet* 2015;2(9):30-32. (In Russian)]
20. Левин А.Л., Андрианова М.Ю., Ермакова И.П., Пронченко И.А., Ланская И.М. Дифференцированные влияния рН, pCO_2 и концентрации белка на уровень ионизированного кальция в плазме крови и алгоритм расчета его стандартизированного значения. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины* 1986;100(12):704-6. [Levin A.L., Andrianova M.Yu., Ermakova I.P., Pronchenko I.A., Lanskaia I. M. Differentiated effects of pH, pCO_2 and protein concentration on the level of ionized calcium in the blood plasma and a computational algorithm for its standardized value. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny = Bulletin of Experimental Biology and Medicine* 1986;100(12):704-6. (In Russian)].
21. Зыятдинов К.Ш., Белопоухов В.М., Якупов И.Ф., Хакимзянов А.А. Особенности кислотно-щелочного состояния крови у больных инфарктом миокарда в зависимости от количества пораженных коронарных артерий. *Практическая медицина* 2013;2(1-2(69)):52-5. [Zyiatdinov K.Sh., Belopukhov V.M., Yakupov I.F., Khakimzyanov A.A. Features of acid-base balance of blood in patients with myocardial infarction according to the number of affected coronary arteries. *Prakticheskaya meditsina = Practical Medicine* 2013;2(1-2(69)):52-5. (In Russian)].
22. Шишмарев К.В., Валева В.А., Ковалёва О.А. Кислотно-щелочное состояние и кетоновые тела как критерии оценки тяжести диабетического кетоацидоза. *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова* 2018;(24):145-7.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

[Shishmarev K.V., Valeeva V.A., Kovaleva O.A. Acid-base status and ketone bodies as criteria for assessing the severity of diabetic ketoacidosis. *Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova = Bulletin of Khakass State University named after N.F. Katanova* 2018;(24):145-7. (In Russian)]
 23. Powers F. The role of chloride in acid-base balance. *J Intraven Nurs* 1999;22(5):286-91

24. Quade BN, Parker MD, Occhipinti R. The therapeutic importance of acid-base balance. *Biochem Pharmacol* 2021;183:114278. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2020.114278>.
 25. Laski ME, Kurtzman NA. Acid-base disorders in medicine. *Dis Mon* 1996;42(2):51-125. [https://doi.org/10.1016/s0011-5029\(96\)90004-8](https://doi.org/10.1016/s0011-5029(96)90004-8).

Сведения об авторах:

Анохин Н.В. – к.м.н., старший научный сотрудник отдела мочекаменной болезни НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава; Москва, Россия; РИНЦ Author ID 8807749, <https://orcid.org/0000-0002-4341-4276>

Просьянников М.Ю. – д.м.н., заведующий отделом мочекаменной болезни НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; Москва, Россия; РИНЦ Author ID 791050, <https://orcid.org/0000-0003-3635-5244>

Константинова О.В. – д.м.н., главный научный сотрудник отдела мочекаменной болезни НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; Москва, Россия; РИНЦ Author ID 679965, <https://orcid.org/0000-0002-2214-7543>

Голованов С.А. – д.м.н., руководитель группы клинической лабораторной диагностики научно-лабораторного отдела НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава; Москва, Россия; РИНЦ Author ID 636685, <https://orcid.org/0000-0002-6516-4730>

Войтко Д.А. – к.м.н., старший научный сотрудник отдела мочекаменной болезни НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; Москва, Россия; РИНЦ Author ID 942353, <https://orcid.org/0000-0003-1292-1651>

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; РИНЦ Author ID 622663, <https://orcid.org/0000-0001-8852-6485>

Аполихин О.И. – д.м.н., профессор, чл.-корр. РАН, директор НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; Москва, Россия; РИНЦ Author ID 683661, <https://orcid.org/0000-0003-0206-043X>

Каприн А.Д. – д.м.н., профессор, академик РАН, генеральный директор ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, директор МНИОИ имени П.А. Герцена, зав. кафедрой онкологии и рентгенодиагностики им. В.П. Харченко РУДН, главный внештатный онколог Минздрава России; Москва, Россия; РИНЦ Author ID 96775; <https://orcid.org/0000-0001-8784-8415>

Вклад авторов:

Анохин Н.В. – идея исследования, сбор материала, написание текста статьи, 50%
 Просьянников М.Ю. – идея исследования, редакционная работа, написание текста статьи, 10%
 Константинова О.В. – научное консультирование, редакционная работа, 10%
 Голованов С.А. – научное консультирование, редакционная работа, 10%
 Войтко Д.А. – обзор литературы, 5%
 Сивков А.В. – научное консультирование, редакционная работа, 5%
 Аполихин О.И. – научное консультирование, 5%
 Каприн А.Д. – научное консультирование, 5%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без финансовой поддержки.

Статья поступила: 28.11.23

Результаты рецензирования: 15.01.24

Исправления получены: 26.01.24

Принята к публикации: 02.02.24

Information about authors:

Anokhin N.V. – PhD, Senior Researcher, Department of Urolithiasis of N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of Ministry of health of Russian Federation; Moscow, Russia; RSCI Author ID 8807749, <https://orcid.org/0000-0002-4341-4276>

Prosyannikov M.Yu. – Dr. Sci., Head of the Department of Urolithiasis of N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of Ministry of health of Russian Federation; Moscow, Russia; RSCI Author ID 791050, <https://orcid.org/0000-0003-3635-5244>

Konstantinova O.V. – Dr. Sci., Chief Researcher of the Department of Urolithiasis of N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of Ministry of health of Russian Federation; Moscow, Russia; RSCI Author ID 679965, <https://orcid.org/0000-0002-2214-7543>

Golovanov S.A. – Dr. Sci., head of the clinical laboratory diagnostics group of the scientific and laboratory department of N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of Ministry of health of Russian Federation; Moscow, Russia; RSCI Author ID 636685, <https://orcid.org/0000-0002-6516-4730>

Voytko D.A. – PhD, Senior Researcher, Department of Urolithiasis of N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of Ministry of health of Russian Federation; Moscow, Russia; RSCI Author ID 942353, <https://orcid.org/0000-0003-1292-1651>

Sivkov A.V. – PhD, Deputy Director for Scientific Work of N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of Ministry of health of Russian Federation; Moscow, Russia; RSCI Author ID 622663, <https://orcid.org/0000-0001-8852-6485>

Apolikhin O.I. – Dr. Sci., professor, cor.-member of RAS, director of N. Lopatkin Scientific Research Institute of Urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Centre of Radiology of Ministry of health of Russian Federation; Moscow, Russia; RSCI Author ID 683661, <https://orcid.org/0000-0003-0206-043X>

Kaprin A.D. – Dr. Sci, professor, academician of RAS, general director of the National Medical Research Centre of Radiology of Ministry of health of Russian Federation, director of P.A. Herzen Institution, Head of Department of Oncology and Radiology named after V.P. Kharchenko of RUDN University; Moscow, Russia; RSCI Author ID 96775, <https://orcid.org/0000-0001-8784-8415>

Authors' contributions:

Anokhin N.V. – research idea, collecting material, writing the text of the article, 50%
 Prosyannikov M.Yu. – research idea, editorial work, writing the text of the article, 10%
 Konstantinova O.V. – scientific consulting, editorial work, 10%
 Golovanov S.A. – scientific consulting, editorial work, 10%
 Voytko D.A. – literature review, 5%
 Sivkov A.V. – scientific consulting, editorial work, 5%
 Apolikhin O.I. – scientific consulting, 5%
 Kaprin A.D. – scientific consulting, 5%

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

Financing. The article was published without financial support.

Received: 28.11.23

Peer review: 15.01.24

Corrections received: 26.01.24

Accepted for publication: 02.02.24