

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2020-12-3-72-78>

Влияние pH мочи на процессы камнеобразования при уrolитиазе

КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

М.Ю. Просянников, Н.В. Анохин, С.А. Голованов, А.В. Сивков, О.И. Аполихин

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

Контакт: Просянников Михаил Юрьевич, prosyannikov@gmail.com

Аннотация:

Введение. Кислотность (pH) мочи является одним из ключевых показателей, позволяющих оценить активность процессов литогенеза при мочекаменной болезни (МКБ). pH мочи, с одной стороны, является одним из значимых маркеров, сигнализирующих о наличии патологических изменений как в организме в целом, так и в мочевыделительной системе в частности. С другой стороны, pH мочи остается одним из ключевых параметров, регулирующих состояние мочевыделительной системы, определяющих тип метаболических литогенных нарушений при МКБ.

Целью данной работы стало изучение влияния pH мочи на образование мочевых камней различного химического состава и на уровень экскреции с мочой основных камнеобразующих веществ.

Материалы и методы. В исследовании были изучены данные 708 пациентов (303 мужчины и 405 женщины) с диагнозом МКБ. Всем пациентам выполнялся биохимический анализ крови, биохимический анализ суточной мочи, определение химического состава мочевого камня.

Результаты исследования. Частота встречаемости мочевых камней, состоящих из мочевой кислоты, снижается по мере роста показателей pH мочи с 42,3% (pH1) до 2,6% (pH8) ($p=0,0000004$). Максимальный уровень экскреции мочевой кислоты с мочой был зафиксирован в диапазоне pH мочи равном 5,6-5,9 (pH4) и составил 3,814 ммоль/сут. Частота встречаемости кальций-оксалатных конкрементов возрастала в интервалах pH 5,1 – 5,9 и 6,1 – 6,5. В интервалах pH 5,6 – 6,1 и 6,5 – 9,0 было зафиксировано резкое снижение частоты встречаемости кальций-оксалатных мочевых камней. Максимальный уровень экскреции кальция с мочой был зафиксирован при pH мочи 5,6-5,9. Распространенность карбонатититных мочевых камней увеличивается при росте показателей pH мочи. Данная тенденция прослеживается особенно четко в интервалах pH мочи 5,6 – 6,5 (с 23,0% до 50,8% соответственно). Самый высокий уровень фосфатурии (29,149 ммоль/сут), наблюдался при показателях pH мочи 5,6-5,9. В интервалах pH мочи 6,6 – 9,0 наблюдался резкий рост встречаемости струвитных конкрементов (19,3-36,8% соответственно) ($p=0,000004$).

Выводы. Показатель pH мочи является одним из основных факторов, влияющих на литогенез при МКБ. При проведении метафилактики особенно важно следить за цифрами pH мочи и при необходимости корректировать данные параметр.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь; pH мочи; литогенез; метафилактика.

Для цитирования: Просянников М.Ю., Анохин Н.В., Голованов С.А., Сивков А.В., Аполихин О.И. Влияние pH мочи на процессы камнеобразования при уrolитиазе. Экспериментальная и клиническая урология 2020;(3):72-78. <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2020-12-3-72-78>

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2020-12-3-72-78>

Influence of urine pH on stone formation processes in urolithiasis

CLINICAL RESEARCH

M.Yu. Prosyannikov, N.V. Anokhin, S.A. Golovanov, A.V. Sivkov, O.I. Apolikhin

N.A. Lopatkin Research Institute of urology and Interventional Radiology – Branch of the National Medical Research Radiological Centre of Ministry of health of Russian Federation. 51, 3-rd Parkovaya st., Moscow, 105425, Russia

Contacts: Mikhail Yu. Prosiannikov, prosyannikov@gmail.com

Summary:

Introduction. Urine pH is one of the key indicators to assess the activity of lithogenesis processes in urolithiasis patients. Urine pH is one of the significant markers signaling the presence of pathological changes both in the body as a whole and in the urinary system in particular. On the other hand, urine pH remains one of the key parameters that regulate the state of the urinary system and determine the type of metabolic lithogenic disorders.

The aim of the study was to assess the effect of urine pH on the formation of stones of various chemical composition and on the level of urinary excretion of the main stone-forming substances.

Materials and methods. The study examined data from 708 urolithiasis patients (303 men and 405 women). All patients underwent biochemical analysis of blood, biochemical analysis of daily urine, determination of the chemical composition of urinary stones.

Results. The incidence of uric acid urinary stones decreases as urine pH rises from 42.3% (pH1) to 2.6% (pH8) ($p = 0.0000004$). The maximum level of excretion of uric acid with urine was recorded in the urine pH range of 5.6-5.9 (pH4) and amounted to 3.814 mmol/day.

The frequency of calcium oxalate stones occurrence increased in the ranges of pH 5.1-5.9 and 6.1-6.5. In the pH range 5.6 – 6.1 and 6.5 – 9.0, a sharp decrease in the incidence of calcium oxalate urinary stones was recorded. The maximum level of urinary calcium excretion was recorded at urine pH 5.6-5.9. The prevalence of carbonate aptite urinary stones increases with increasing urine pH. This tendency can be traced especially clearly in the urine pH ranges of 5.6 – 6.5 (from 23.0% to 50.8%, respectively). The highest level of phosphaturia (29.149 mmol / day) was observed at urine pH 5.6-5.9. In the intervals of urine pH 6.6-9.0, there was a sharp increase in the incidence of struvite calculi (19.3-36.8%, respectively) ($p = 0.00004$).

Conclusion. The urine pH is one of the main factors affecting lithogenesis. It is important to monitor the urine pH figures and, if necessary, to correct these parameters conducting urolithiasis metaphilaxis.

Key words: urolithiasis; urine pH; stone formation; methaphilaxis.

For citation: Prosyannikov M. Yu., Anokhin N. V., Golovanov S. A., Sivkov A. V., Apolikhin O. I. Influence of urine pH on stone formation processes in urolithiasis. *Experimental and clinical urology* 2020;(3):72-78. <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2020-12-3-72-78>

ВВЕДЕНИЕ

Кислотность (рН) мочи является одним из ключевых показателей, позволяющих оценить активность процессов литогенеза при мочекаменной болезни (МКБ).

Нормальные показатели рН мочи могут варьировать в достаточно широких пределах. Это связано с тем, что рН мочи не является жесткой физиологической константой организма, как, например, рН крови. Показатель рН мочи можно отнести к так называемым мягким или пластичным физиологическим константам, которые могут отклоняться от стабильного уровня в относительно широких пределах без существенных изменений для функционирования организма.

Согласно современным представлениям о патогенезе МКБ, изменения рН мочи играют одну из ключевых ролей в процессах камнеобразования [1]. Исследованы и описаны показатели рН мочи, специфичные для образования того или иного типа мочевых камней [2]. Определены значения рН мочи, которые являются фактором риска литогенеза и, напротив, при которых процессы камнеобразования не протекают или протекают не столь интенсивно.

Хорошо известно, что кристаллизация кальция фосфата, мочевой кислоты, струвита, цистина напрямую зависит от показателей рН мочи [3]. Известно, что риск образования мочекислых конкрементов возрастает при рН мочи <5,5, риск формирования кальций-фосфатных камней увеличивается при рН мочи >6,5. Струвитные камни образуются при рН мочи >7,0 [2].

При этом изменения рН мочи могут быть связаны не только с МКБ, но и с другими патологическими процессами, в том числе протекающими в мочевыделительных путях (уротелиальный рак, метаболические нарушения) [4,5].

Известны хронические неинфекционные заболевания, для которых характерны изменения рН мочи. Одним из наиболее распространенных хронических заболеваний, при котором наблюдается снижение рН мочи, является ожирение и метаболический синдром. Доказано, что значения показателя рН мочи обратно

пропорциональны индексу массы тела (ИМТ) у пациентов с МКБ. Высокий ИМТ увеличивает риск развития МКБ [6]. Известно, что у пациентов, страдающих ожирением и имеющих ИМТ >33,1 кг/м², выше риск развития мочекислых и струвитных конкрементов [7].

Некоторые авторы полагают, что у пациентов, страдающих метаболическим синдромом и ожирением, инсулинорезистентность может выступать в качестве патогенетической основы нарушенного кислотно-основного равновесия, приводящего в конечном счете к ацидификации мочи [8-10]. Проведенные исследования продемонстрировали, что инсулинорезистентность способна приводить к нарушению экскреции иона аммония (NH₄⁺) что, в свою очередь, служит причиной снижения рН мочи у данной группы пациентов [8-10].

Известно, что к изменениям рН мочи также могут приводить такие состояния как почечный канальцевый ацидоз (ПКА), хроническая уреазопродуцирующая инфекция мочевых путей [11, 12].

Помимо патологических процессов, протекающих в мочевых путях, метаболического синдрома, ПКА к изменению показателей рН мочи могут приводить особенности питания человека. Обычно, частое употребление богатой животным белком пищи, злоупотребление алкоголем приводит к подкислению мочи [13]. Высокие показатели рН мочи наблюдаются при соблюдении вегетарианской диеты, использовании щелочных добавок [13].

Таким образом, рН мочи, с одной стороны, является одним из значимых маркеров, сигнализирующих о наличии патологических изменений как в организме в целом, так и в мочевыделительной системе в частности. С другой стороны, рН мочи остается одним из ключевых параметров, регулирующих состояние мочевыделительной системы, определяющих тип метаболических литогенных нарушений при МКБ.

Учитывая все вышесказанное, целью данной работы стало изучение влияния рН мочи на образование мочевых камней различного химического состава и на уровень экскреции с мочой основных камнеобразующих веществ. ❏

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на базе НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России.

В исследовании были изучены данные 708 пациентов (303 мужчины и 405 женщины) с диагнозом МКБ, проходивших как амбулаторное, так и стационарное лечение на базе института. Исследование проводилось ретроспективно.

Всем пациентам выполнялся биохимический анализ крови (кальций, натрий, магний, фосфор, хлор, мочевиная кислота, мочевиная, креатинин), биохимический анализ суточной мочи (определение pH утренней мочи, кальций, натрий, магний, фосфор, хлор, мочевиная кислота, мочевиная, креатинин), определение химического состава мочевого камня.

Биохимическое исследование крови и мочи выполнялось на анализаторе ADVIA 1200 (Bayer-Siemens) по стандартным методикам с помощью диагностических наборов реагентов фирмы Siemens (Германия).

Определение химического состава мочевого камня выполнялось методом инфракрасной спектроскопии с

использованием спектрометра Nicolet iS10 (Thermo Scientific, США). В процессе работы применялась стандартная библиотека спектров мочевых камней, предоставленная производителем. Распределение смешанных мочевых камней по группам происходило следующим образом: при наличии в составе исследуемого конкремента более 50% минерального компонента идентичного заявленного в группе данные о пациенте заносятся в соответствующую группу. Такой подход к классификации типов мочевых конкрементов является наиболее распространенным [14-15].

Поиск статистической зависимости между частотой встречаемости типов мочевых камней и величиной pH мочи выполнялся с помощью критерия χ^2 -критерия Пирсона с введенной формулой в Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В зависимости от показателей pH мочи все больные были разделены на несколько групп (табл. 1):

1. В первой группе (pH1) показатели pH мочи составили 4,8-5,0. В данную группу включены данные 111 пациентов;

Таблица 1. Распределение типов мочевых камней пациентов по группам в зависимости от показателей pH мочи (в % от общего числа камней в группе)

Table 1. Urinary stones types distribution by groups depending on the urine pH (% of the total number of stones in the group)

| Параметры Indicator | pH1 | pH2 | pH3 | pH4 | pH5 | pH6 | pH7 | pH8 |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Интервал значений pH pH level | 4,8 - 5,0 | 5,1 - 5,3 | 5,4 - 5,5 | 5,6 - 5,9 | 6,0 - 6,1 | 6,2 - 6,5 | 6,6 - 7,0 | 7,1 - 9,0 |
| Камней всех типов All type stones | 111 | 71 | 162 | 74 | 129 | 61 | 57 | 38 |
| CaOx камни (n) # CaOx stones (n) # | 43 | 26 | 73 | 38 | 35 | 23 | 17 | 4 |
| CaOx %* | 38,7 | 36,6 | 45,1 | 51,4 | 27,1 | 37,7 | 29,8 | 10,5 |
| Ur камни (n) # Ur stones (n) # | 47 | 24 | 27 | 10 | 18 | 2 | 7 | 1 |
| Ur %* | 42,3 | 33,8 | 16,7 | 13,5 | 14,0 | 3,3 | 12,3 | 2,6 |
| Dh камни (n) # Dh stones (n) # | 16 | 15 | 42 | 17 | 61 | 31 | 22 | 18 |
| Dh %* | 14,4 | 21,1 | 25,9 | 23,0 | 47,3 | 50,8 | 38,6 | 47,4 |
| OxDh камни (n) # OxDh stones (n) # | 21 | 16 | 46 | 29 | 44 | 10 | 13 | 4 |
| OxDh %* | 18,9 | 22,5 | 28,4 | 39,2 | 34,1 | 32,8 | 22,8 | 10,5 |
| Str камни (n) # Str stones (n) # | 1 | 2 | 8 | 5 | 12 | 3 | 11 | 14 |
| Str %* | 0,9 | 2,8 | 4,9 | 6,8 | 9,3 | 4,9 | 19,3 | 36,8 |
| AmUr камни (n) # AmUr stones (n) # | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| AmUr %* | 0,9 | 1,4 | 1,2 | 0 | 0 | 3,3 | 0 | 2,6 |
| Другие # Others # | 3 | 3 | 10 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Другие %* Others % | 2,7 | 4,2 | 6,2 | 6,8 | 2,3 | 0 | 0 | 0 |

Примечание: Преобладающий компонент мочевых камней: CaOx – кальция оксалат, Ur – мочевиная кислота, Dh – даллит (карбонатапатит), OxDh – кальция оксалат/карбонатапатит, Str – струвит, AmUr – аммония урат.

- абсолютное число камней каждого типа в группах pH1-pH8;

* - процентное распределение камней каждого типа в группах pH1-pH8;

Note: The predominant component of urinary stones: CaOx – calcium oxalate, Ur – uric acid, Dh – dallite (carbonatapatite), OxDh – calcium oxalate / carbonatapatite, Str – struvite, AmUr – ammonium urate.

- absolute number of stones of each type in groups pH1-pH8;

* - percentage distribution of stones of each type in groups pH1-pH8

2. Вторая группа (pH2): интервал значений pH мочи составил 5,1-5,3, включены данные 71 пациента;
3. Третья группа (pH3): интервал значений pH мочи составил 5,4-5,5, включены данные 162 пациентов;
4. Четвертая группа (pH4): интервал значений pH мочи 5,6-5,9, включены данные 74 пациентов;
5. Пятая группа (pH5): интервал значений pH мочи 6,0-6,1, включены данные 129 пациентов;

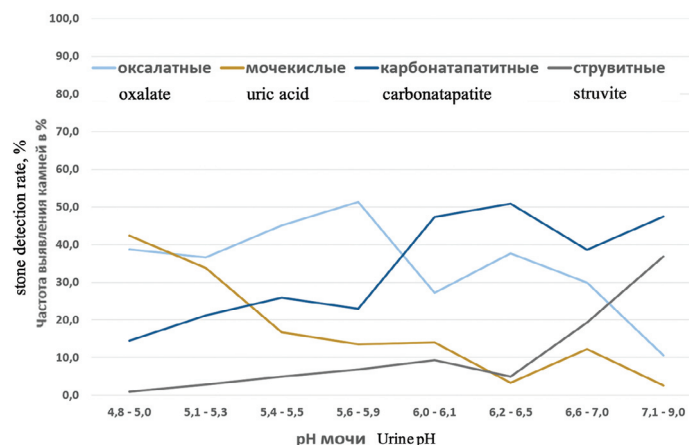


Рис. 1. Частота встречаемости основных типов мочевого камней (в % от общего количества) в зависимости от pH мочи
 Fig. 1. Frequency of occurrence of the main types of urinary stones (in % of the total amount) depending on urine pH

6. Шестая группа (pH6): интервал значений pH мочи 6,2-6,5, включены данные 61 пациента;
7. Седьмая группа (pH7): интервал значений pH мочи 6,6-7,0, включены данные 57 пациентов;
8. Восьмая группа (pH8): интервал значений pH мочи 7,1-9,0, включены данные 38 пациентов.

Анализ полученных данных показал, что частота встречаемости мочевого камня, состоящих из мочевой кислоты, снижается по мере роста показателей pH мочи с 42,3% (pH1) до 2,6% (pH8) ($p=0,0000004$) (рис.1, табл. 1).

Результаты проведенного исследования во многом совпадают с данными, представленными в других похожих работах [16,17]. Считается, что низкие показатели pH мочи являются одним из основных факторов риска развития мочекаменной болезни. Известно, что при смещении показателей pH мочи в кислую сторону снижается и растворимость мочевой кислоты в моче [18]. Так, при pH мочи равном 5,35 для получения перенасыщенного раствора необходимо добиться концентрации мочевой кислоты в моче 200 мг/л. При pH мочи равном 6,5 для получения перенасыщенной мочи необходимо уже 1200 мг/л мочевой кислоты [18]. Таким образом,

Таблица 2. Распределение средних значений показателей экскреции основных литогенных веществ в зависимости от показателей pH мочи

Table 2. The main lithogenic substances excretion level depending on the urine pH

| Параметры Indicator | pH1 | pH2 | pH3 | pH4 | pH5 | pH6 | pH7 | pH8 |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Интервал значений pH pH level | 4,8 - 5,0 | 5,1 - 5,3 | 5,4 - 5,5 | 5,6 - 5,9 | 6,0 - 6,1 | 6,2 - 6,5 | 6,6 - 7,0 | 7,1 - 9,0 |
| Камни всех типов (всего n=708) All type stones (total n=708) | 111 | 71 | 162 | 74 | 129 | 61 | 57 | 38 |
| Экскреция кальция в интервалах ср. значение Calcium excretion | 4,365 | 4,554 | 5,118 | 6,184 | 4,897 | 4,992 | 4,06 | 3,01 |
| Стандартная ошибка среднего (SE) Standard error of the mean (SE) | 0,237 | 0,329 | 0,197 | 0,316 | 0,216 | 0,375 | 0,347 | 0,317 |
| Экскреция мочевой кислоты в интервалах ср. значение Uric acid excretion | 3,256 | 3,268 | 3,314 | 3,814 | 3,310 | 2,802 | 3,020 | 2,826 |
| Стандартная ошибка среднего (SE) Standard error of the mean (SE) | 0,126 | 0,145 | 0,103 | 0,155 | 0,109 | 0,142 | 0,169 | 0,175 |
| Экскреция фосфатов в интервалах ср. значение Phosphate excretion | 27,703 | 25,787 | 26,349 | 29,149 | 24,911 | 23,931 | 24,658 | 19,203 |
| Стандартная ошибка среднего (SE) Standard error of the mean (SE) | 1,129 | 1,346 | 0,823 | 1,357 | 0,909 | 1,441 | 1,420 | 1,546 |
| Экскреция магния в интервалах ср. значение Magnesium excretion | 3,832 | 3,908 | 3,693 | 4,316 | 3,762 | 3,553 | 3,393 | 2,896 |
| Стандартная ошибка среднего (SE) Standard error of the mean (SE) | 0,217 | 0,273 | 0,149 | 0,231 | 0,199 | 0,254 | 0,254 | 0,392 |

pH мочи является одним из основных факторов, стимулирующих мочекислый литогенез.

Помимо низких показателей pH мочи (<5,6) существенным фактором риска развития мочекислового уролитиаза является высокий уровень экскреции мочевой кислоты с мочой. Анализ полученных данных показал, что уровень экскреции мочевой кислоты в интервалах pH1 – pH4 возрастал с 3,256 ммоль/сут до 3,814 ммоль/сут, в интервалах pH4 – pH8 снижался с 3,814 ммоль/сут до 2,826 ммоль/сут (табл.2, рис.2). Максимальный уровень экскреции мочевой кислоты с мочой был зафиксирован в диапазоне pH мочи равном 5,6-5,9 (pH4) и составил 3,814 ммоль/сут (табл. 2, рис. 2).

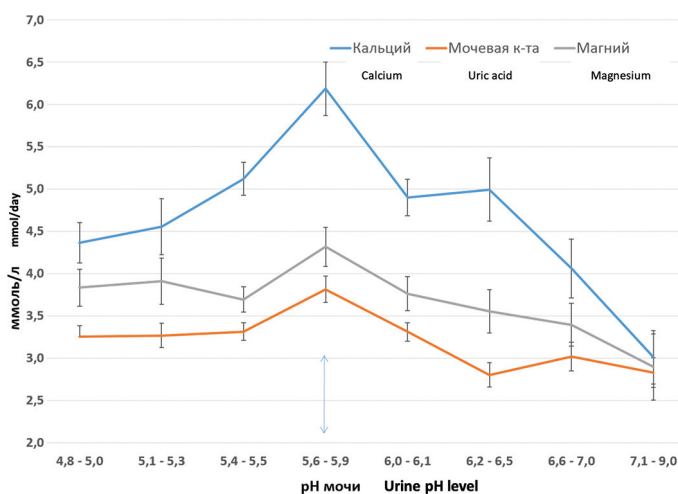


Рис. 2. Средние значения показателей экскреции (ммоль/сутки) магния, фосфатов, кальция и мочевой кислоты в ранжированных интервалах значений pH мочи
Fig.2. Average values of magnesium, phosphates, calcium and uric acid excretion depending of urine pH level

Таким образом, контроль за показателями pH мочи, поддержание pH мочи на уровне >5,9 является одним из основных методов профилактики рецидива мочекислового уролитиаза.

Частота встречаемости кальций-оксалатных конкрементов возрастала в интервалах pH 5,1 (pH2) – 5,9 (pH4) и 6,1 (pH5) – 6,5 (pH6) (табл.1, рис.1). При этом в интервалах pH 5,6 (pH4) – 6,1 (pH5) и 6,5 (pH6) – 9,0 (pH8) было зафиксировано резкое снижение частоты встречаемости кальций-оксалатных мочевого камней (табл. 1, рис. 1).

Существует мнение, что как местный, так и системный ацидоз способен стимулировать кальций-оксалатный литогенез. Ацидоз подавляет экспрессию и активность кальциевого канала TRPV5, который локализован в конце дистальной извитой канальца [20]. В то же время, ацидоз увеличивает экспрессию кальций-связывающего белка кальбиндина 28к [21]. Таким образом, местный и системный ацидоз способен стимулировать экскрецию с мочой кальция и фосфора и тем самым увеличивать риск образования кальций-оксалатных мочевого камней.

Полученные в настоящем исследовании данные частично подтверждают результаты предыдущих работ: анализ показал, что наибольшие показатели кальциурии наблюдались при pH мочи 5,4 (pH3) – 6,1 (pH5) (табл. 2, рис. 2). Максимальный уровень экскреции кальция с мочой был зафиксирован при pH мочи 5,6-5,9 (pH4).

Таким образом, ацидоз стимулирует увеличение уровня экскреции кальция с мочой. Однако в то же время, необходимо подчеркнуть, что самый высокий уровень кальциурии (6,184 ммоль/сут) был зафиксирован при умеренном смещении pH мочи в кислую сторону (5,4-6,1), в то время как при резко кислой моче (pH мочи <5,0), показатели экскреции кальция находились на низких значениях – 4,365 ммоль/сут, так же, как и при pH мочи 6,6-7,0 (pH7) (4,06 ммоль/сут). Соответственно, фактором риска формирования оксалатных конкрементов являются показатели pH мочи равные 5,6-5,9. Именно при данных показателях pH мочи отмечается самый высокий уровень кальциурии и наибольшая частота встречаемости кальций-оксалатных мочевого камней.

Данное исследование также показало, что распространенность карбонатапатитных мочевого камней увеличивается при росте показателей pH мочи. Данная тенденция прослеживается особенно четко в интервалах pH мочи 5,6 (pH4) – 6,5 (pH6): распространенность камней из карбонатапатита увеличилась с 23,0% до 50,8% (табл.1, рис.1) ($p=0,00003$). Максимальная частота встречаемости карбонатапатитных конкрементов была зафиксирована при показателях pH мочи 6,2-6,5 и составила 50,8%.

Увеличение распространенности карбонатапатитных камней при увеличении значений pH мочи объяснимо. Проводимые ранее работы показали, что растворимость кальция фосфата существенно зависит от pH мочи: при pH мочи <6,2 растворимость солей фосфата кальция существенно улучшается, что, соответственно, снижает вероятность литогенеза [21].

По данным, полученным в настоящей работе, самый высокий уровень фосфатурии (29,149 ммоль/сут), так же, как и самые высокие показатели кальциурии, наблюдались при показателях pH мочи 5,6-5,9 (pH4).

Несмотря на то, что максимальный уровень экскреции как кальция, так и фосфора с мочой был зафиксирован при pH мочи 5,6-5,9, максимальная частота встречаемости карбонатапатитных камней зафиксирована на цифрах pH мочи равных 6,0-6,5. Вероятно, при уролитиазе с камнями из фосфата кальция уровень концентрации камнеобразующих веществ в моче является второстепенным. Уровень pH мочи оказывает большее влияние на литогенез, так как влияет

на растворимость солей фосфата кальция. Соответственно, при проведении профилактических мероприятий по предотвращению повторного камнеобразования необходимо контролировать рН мочи на уровне <5,9.

Исследование продемонстрировало, что резкий рост встречаемости струвитных конкрементов наблюдается в интервалах рН мочи 6,6 (рН7) – 9,0 (рН8) (табл.1, рис. 1) ($p=0,00004$). Полученные данные сопоставимы с общепринятыми представлениями о литогенезе струвитных камней [2].

ВЫВОДЫ

Показатель рН мочи является одним из основных факторов, влияющих на литогенез при МКБ. Полученные данные позволили сделать вывод, что при метафилактике оксалатного уролитиаза необходимо поддерживать рН мочи на цифрах >5,9, фосфатного (карбонатапатитного) уролитиаза <5,9, при мочекишлом уролитиазе необходимо поддерживать рН мочи >5,9, при струвитных камнях <6,6. ■

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Wagner CA, Mohebbi N. Urinary pH and stone formation. *J Nephrol* 2010;23 Suppl 16:S165-9.
2. Türk C, Skolarikos A, Neisius A, Petřík A, Seitz C, Thomas K. URL Türk, C. Guidelines on Urolithiasis. *European Urology Association* 2019. URL: <https://uroweb.org/guideline/urolithiasis/>
3. John R. Asplin Metabolic Evaluation: Interpretation of 24-Hour Urine Chemistries. In book *Urinary Stones. Medical and Surgical Management* [editors Grasso M., Goldfarb D.] Willey. 2014, P. 21
4. Ide H, Kikuchi E, Hagiwara M, Hayakawa N, Hongo H, Miyajima A, Oya M. Urinary pH levels are strongly associated with bladder recurrence after nephroureterectomy in upper tract urothelial carcinoma patients with a smoking history. *Ann Surg Oncol* 2016;23:1029–1038. doi: 10.1245/s10434-016-5555-y.
5. Bihl G, Meyers A. Recurrent renal stone disease—advances in pathogenesis and clinical management. *Lancet* 2001;358:651–656. doi: 10.1016/S0140-6736(01)05782-8.
6. Li WM, Chou YH, Li CC, Liu CC, Huang SP, Wu WJ, et al. Association of body mass index and urine pH in patients with urolithiasis. *Urol Res* 2009;37(4):193-6. doi: 10.1007/s00240-009-0194-4.
7. Голованов С.А., Сивков А.В., Анохин Н.В., Дрожжева В.В. Индекс массы тела и химический состав камней. *Экспериментальная и клиническая урология* 2015;(4):94-99. [Golovanov S.A., Sivkov A.V., Anokhin N.V., Drozhzheva V.V. Body-mass index and chemical composition of urinary stones. *Eksperimentalnaya i klinicheskaya urologiya = Experimental and clinical urology* 2015;(4):94-99. (In Russian)]
8. Гусакова Д.А., Калинин С.Ю., Тюзиков И.А. Основы гормонально-метаболической терапии мочекаменной болезни. *Эффективная фармакотерапия* 2018;(2):32-39. [Gusakova D.A., Kalinchenko S.Yu., Tyuzikov I.A. BASICS OF Hormonal and metabolic therapy of urolithiasis. *Effektivnaya farmakoterapiya = Effective pharmacotherapy* 2018;(2):32-39. (In Russian)]
9. Abate N, Chandalia M, Cabo-Chan AV Jr, Moe OW, Sakhaee K. The metabolic syndrome and uric acid nephrolithiasis: novel features of renal manifestation of insulin resistance. *Kidney Int* 2004;65(2):386-92. doi: 10.1111/j.1523-1755.2004.00386.x.PMID: 14717908
10. Maalouf NM, Cameron MA, Moe OW, Adams-Huet B, Sakhaee K. Low urine pH: a novel feature of the metabolic syndrome. *Clin J Am Soc Nephrol* 2007;2(5):883-8. doi: 10.2215/CJN.00670207.
11. Santos F, Gil-Peña H, Alvarez-Alvarez S. Renal tubular acidosis. *Curr Opin Pediatr* 2017; 29(2):206-210. doi: 10.1097/MOP.0000000000000460
12. Das P, Gupta G, Velu V, Awasthi R, Dua K, Malipeddi H. Formation of struvite urinary stones and approaches towards the inhibition- a review. *Biomed Pharmacother* 2017;96:361-370. doi: 10.1016/j.biopha.2017.10.015.
13. Prezioso D, Strazzullo P, Lotti T, Bianchi G, Borghi L, Caione P, et al. Dietary treatment of urinary risk factors for renal stone formation. A review of CLU Working Group. *Arch Ital Urol Androl* 2015;87(2):105-20. doi: 10.4081/aiua.2015.2.105
14. Cho ST, Jung SI, Myung SC, Kim TH. Correlation of metabolic syndrome with urinary stone composition. *Int J Urol* 2013;20(2):208-13. doi: 10.1111/j.1442-2042.2012.03131.x.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

15. Rendina D, De Filippo G, De Pascale F, Zampa G, Muscariello R, De Palma D, et al. The changing profile of patients with calcium nephrolithiasis and the ascendancy of overweight and obesity: a comparison of two patient series observed 25 years apart. *Nephrol Dial Transplant* 2013;28 Suppl 4:iv146-51. doi: 10.1093/ndt/gft076.
16. Pazos Pérez F. Uric Acid Renal Lithiasis: New Concepts. *Contrib Nephrol* 2018;192: 116-124. doi: 10.1159/000484286.
17. Stansbridge EM, Griffin DG, Walker V. Who makes uric acid stones and why - observations from a renal stones clinic. *J Clin Pathol* 2013;66(5):426-31. doi: 10.1136/jclinpath-2012-201373.
18. Koka RM, Huang E, Lieske JC. Adhesion of uric acid crystals to the surface of renal epithelial cells. *Am J Physiol Renal Physiol* 2000;278(6):F989-98. doi: 10.1152/ajprenal.2000.278.6.F989.
19. Nijenhuis T, Renkema KY, Hoenderop JG, Bindels RJ. Acid-base status determines the renal expression of Ca²⁺ and Mg²⁺ transport proteins. *J Am Soc Nephrol* 2006;17(3):617-26. doi: 10.1681/ASN.2005070732.
20. Rizzo M, Capasso G, Bleich M, Pica A, Grimaldi D, Bindels RJ, Greger R. Effect of chronic metabolic acidosis on calbindin expression along the rat distal tubule. *J Am Soc Nephrol* 2000;11(2):203-10.
21. Nancollas GH. Phase transformation during precipitation of calcium salts. In: Biological mineralization and demineralization (Dahlem workshop). Springer, Berlin Heidelberg New York, 1982. P. 79-99

Сведения об авторах:

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, prosyannikov@gmail.com; РИНЦ AuthorID 791050

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; РИНЦ AuthorID 880749

Голованов С.А. – д.м.н., зав. научно-лабораторным отделом НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; РИНЦ AuthorID 636685

Сивков А.В. – к.м.н., заместитель директора по науке НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; РИНЦ AuthorID 622663

Аполыхин О.И. – д.м.н., профессор, директор НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; РИНЦ AuthorID 683661

Вклад авторов:

Просьянников М.Ю. – идея исследования, разработка протокола исследования, организация и контроль за проведением исследования, 25%

Анохин Н.В. – анализ источников литературы, набор пациентов, проведение статистического анализа, написание статьи, 25%

Голованов С.А. – идея исследования, набор пациентов, проведение статистического анализа, научное консультирование, выполнение биохимических методов исследования крови и мочи, 30%

Сивков А.В. – организация и контроль за проведением исследования, научное консультирование, 10%

Аполыхин О.И. – организация и контроль за проведением исследования, научное консультирование, 10%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых.

Статья поступила: 20.06.20

Принята к публикации: 26.07.20

Information about authors:

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; prosyannikov@gmail.com. SPIN-код: 3198-0030, <https://orcid.org/0000-0003-3635-5244>

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; <https://orcid.org/0000-0002-4341-4276>

Golovanov S.A. – Dr.Sc., head of scientific Laboratory Department of 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 Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-6516-4730>

Sivkov A.V. – PhD, Deputy Director on scientific work of N. Lopatkin Research Institute of urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Radiological Centre of Ministry of health of Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-8852-6485>

Apolikhin O. I. – Dr. Sc., professor, Director of N. Lopatkin Research Institute of urology and Interventional Radiology – branch of the National Medical Research Radiological Centre of Ministry of health of Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-0206-043X>

Authors' contributions:

Prosyannikov M.Yu. – research idea, research protocol development, research organization and control, 25%

Anokhin N.V. – analysis of literature sources, recruitment of patients, statistical analysis, writing an article, 25%

Golovanov S.A. – research idea, patient recruitment, statistical analysis, scientific consulting, biochemical methods of blood and urine analysis, 30%

Sivkov A.V. – organization and control of research, scientific advice, 10%

Apolikhin O.I. – organization and control of research, scientific advice, 10%

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

Financing. This work was supported by a grant from the President Of the Russian Federation for state support of young Russian scientists.

Received: 20.06.20

Accepted for publication: 26.07.20