

История изучения состава и свойств мочи человека

И.Н. Захарова[✉], В.Д. Чурилова

ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

Аннотация

История исследования мочи уходит глубоко корнями в архаичность. Представители древних цивилизаций овладели искусством анализа мочи по ее внешнему виду, и в дальнейшем данный анализ прочно укоренился в качестве неотъемлемого диагностического метода, о чем свидетельствуют многочисленные исторические документы. Древние знания, систематизированные и переданные через письменные источники, до сих пор служат основой для диагностики и лечебной практики. Уроскопия, будучи изначально визуально-описательным методом, усовершенствовалась с помощью современных технологий. К настоящему моменту открыты новые возможности для исследования мочи, что коренным образом изменило клиническую практику. В статье представлена квинтэссенция истории изучения состава и свойств мочи, также она дает представление о перспективах применения диагностического метода.

Ключевые слова: исторический обзор, анализ мочи, микроскопия, мочевой осадок, уроскопия

Для цитирования: Захарова И.Н., Чурилова В.Д. История изучения состава и свойств мочи человека. Педиатрия. Consilium Medicum. 2025;1:8–14. DOI: 10.26442/26586630.2025.1.203216

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2025 г.

LECTURE

History of the study of the composition and properties of human urine

Irina N. Zakharova[✉], Viktoriya D. Churilova

Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

Abstract

The history of urine testing is deeply rooted in ancient times. Ancient civilizations mastered the art of urine testing by its appearance, and later, this test was deeply seated as an integral diagnostic method, as evidenced by numerous historical documents. Ancient knowledge, systematized and communicated through written sources, remains the basis for diagnosis and medical practice. Uroscopy, initially a visual-descriptive method, has been improved using modern technologies. To date, new opportunities for urine testing have become available, which has drastically changed clinical practice. The article presents the key takeaways of the history of studying the composition and properties of urine and also prospects for this diagnostic method.

Keywords: historical review, urine analysis, microscopy, urinary sediment, uroscopy

For citation: Zakharova IN, Churilova VD. History of the study of the composition and properties of human urine. Pediatrics. Consilium Medicum. 2025;1:8–14. DOI: 10.26442/26586630.2025.1.203216

Чтобы понять науку, нужно знать ее историю.

Огюст Конт (1798–1857)

В далеком прошлом, когда цивилизации только начинали познавать тайны окружающего мира, древние люди прибегали к наблюдению как методу научного познания. Являясь наиболее доступной из всех биологических жидкостей, моча всесторонне исследовалась учеными различных специальностей [1]. Исторический аспект изучения мочи важен с точки зрения интеграции, синтеза научных дисциплин, поскольку находится на стыке медицины и социальной жизни обществ прошлого. Французский химик **Антуан Франсуа де Фуркруа** (1755–1809) в своих трудах «Общая система химических знаний и ее применение к явлениям природы и искусства» постулировал следующее: «Моча человека является одной из животных материй, изучение которой обусловило особые открытия в химии и имело успешное применение в физиологии, а также в искусстве врачевания. Эта жидкость, которая обычно внушает людям только презрение и отвращение..., стала в руках химиков источником важных открытий» [2], рис. 1.

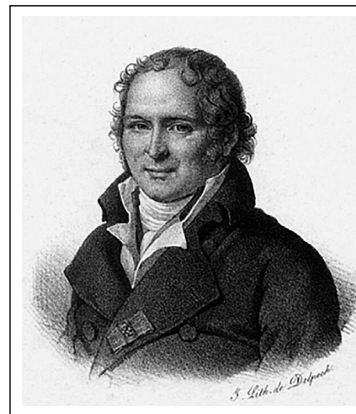


Рис. 1. Антуан Франсуа де Фуркруа (1755–1809).

Fig. 1. Antoine François de Fourcroy (1755–1809).

Одно из самых ранних упоминаний, касающихся диагностической ценности изучения мочи, найдено в древней санскритской литературе. Согласно легенде **Аюрведа**

Информация об авторах / Information about the authors

[✉]**Захарова Ирина Николаевна** – д-р мед. наук, проф., зав. каф. педиатрии им. акад. Г.Н. Сперанского ФГБОУ ДПО РМАНПО, засл. врач РФ. E-mail: zakharova-rmapo@yandex.ru

Чурилова Виктория Дмитриевна – аспирант каф. педиатрии им. акад. Г.Н. Сперанского ФГБОУ ДПО РМАНПО

[✉]**Irina N. Zakharova** – D. Sci. (Med.), Prof., Russian Medical Academy of Continuous Professional Education. E-mail: zakharova-rmapo@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-4200-4598

Viktoriya D. Churilova – Graduate Student, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education. ORCID: 0009-0009-0335-0704

(санскрит. āyurveda происходит от āyus – «долголетие», veda – «знание», «учение о долгой жизни») являлась частью откровения святых мудрецов, которые обрели всеобъемлющее знание о Вселенной [3]. На протяжении тысячелетий аюрведические знания передавались устно от учителя к ученику, и только в VI–V столетиях до н.э., когда оформилась письменная традиция на санскрите, появились первые подробные аюрведические тексты. Аюрведическое учение предполагало диагностику патологических состояний на основании трех выделений организма (мала) – пот, моча, кал. Имеются указания на важность пропорционального соотношения уровня секреции мочи и пота. Предполагалось, что при нарушении баланса в случае преобладания перспирации развиваются болезни почек. В одном из аюрведических трактатов «Чарака-Самхита» в качестве диагностических критериев здоровья рассматривались цвет и прозрачность мочи. Согласно аюрведическому учению мутная моча свидетельствует о патологии почек или мочевого пузыря, моча темно-коричневого цвета с зеленым оттенком наблюдается при желтухе, темно-красный оттенок указывает на наличие крови в моче. Считалось, что в случае укуса змеи, скорпиона или при отравлении моча приобретает цвет крепкого чая [4]. Маркером накопления токсинов в организме являлся зловонный запах мочи, а наличие осадка в моче рассматривалось в качестве проявлений воспалительного процесса в органах мочевыделительной системы.

Древние брахманы обладали знанием о том, что моча, имеющая сладкий вкус (мадумедха, медовая моча), привлекающая мух и муравьев, наблюдается у больных сахарным диабетом [5]. Синдром клинических расстройств, называемый «прамеха», характеризующийся полиурией, ожирением, метаболическим синдромом, описан очень подробно. На основании клинических признаков патологического процесса выделяли около 20 его подтипов, основанных на модифицируемых факторах, таких как диета, образ жизни [6]. Также показана корреляция между клиническими характеристиками и видоизменениями мочи.

Стоит отметить, что в древнеиндийской концепции моча рассматривается не только как диагностический индикатор физического состояния, но и как критерий, отражающий духовное благополучие. Некоторые аюрведические тексты указывают на необходимость «очищения организма» не только физиологически, но и через осознание своих эмоций и мыслей. Таким образом, моча становится метафорой для обсуждения здоровья в более широком контексте. В основе аюрведического наследия проходит красной нитью идея о том, что здоровье и болезни не предопределены и что для долголетия требуется изменение образа жизни в соответствии с природой. Вероятно, эти постулаты легли в основу современной превентивной медицины [7].

Доказательства того, что **шумерские и вавилонские врачи** (ок. 4000 г. до н.э.) исследовали мочу, скудны. Однако глиняные таблички, определяющие форму шумерского письма, содержат клинописный знак для слова *sinatu* – египетского эквивалента «воды фаллоса» (рис. 2). Кроме этого, имеют место клинописные знаки, характеризующие изменение цвета мочи, такие как *sinatu pīzu*, *zalmi*, *bursi* – белая, чистая; темная, черная; очень яркая, красная моча соответственно. Еще больший интерес представляет существование символов для «червя мочи» и «узла нитей»,



Рис. 2. Глиняная вавилонская табличка с изображением карты мира. Ок. 700–500 гг. до н.э. Британский музей. Лондон.

Fig. 2. A Babylonian clay tablet depicting a world map. Ca. 700–500 B.C., British Museum. London.

что позволяет судить о выявлении античными целителями патологических примесей в моче, вероятно, нитей альбумина [8].

Медицина также процветала в государстве на берегах Нила. Древнегреческий поэт Гомер (1102 г. до н.э.) в своей «Одиссее» писал, что: «В Египте люди более искусны в медицине, чем в чем-либо из рода человеческого». Действительно, медицинские папирусы являются убедительным доказательством данного факта. Папирус Эберса, датированный 1550 г. до н.э., иллюстрирует накопленные медицинские знания того времени [9]. В древнеегипетском трактате сердце рассматривалось как центр кровоснабжения. Считалось, что сосуды достигают каждой части тела и переносят четыре телесные жидкости: кровь, слезы, семя и мочу. Кроме того, в папирусе Эберса описано около 800 различных рецептов при проблемах с мочеиспусканием. Например, лечение полиурии при сахарном диабете, именуемой как «слишком обильная моча», заключалось в применении коктейля, состоящего из следующих ингредиентов: «мерный стакан, наполненный водой из птичьего пруда, бузиной, волокнами растения асит, свежим молоком, пивной волей, цветком огурца и зелеными финиками» [10]. Моча использовалась в диагностических целях для подтверждения беременности и «определения пола плода». Процедура заключалась в следующем: египетские священники проливали мочу на смешанные семена злаков: если через некоторое время происходило прорастание злаков, то тест считался положительным, а вид проросших семян из их смеси указывал на пол плода [11].

Медицинские знания и практика египетских врачей оказали глубокое влияние на многих известных мыслителей на протяжении столетий, включая древнегреческого целителя **Гиппократ** (460–370 гг. до н.э.). «Отец медицины» стал одним из первых врачей, использовавших мочу для определения функционирования человеческого организма, он изучал и описывал многие урологические расстройства [12]. Среди дошедших до нас древних знаний выделяются слова Гиппократа, утверждающего, что «моча – это зеркало здоровья человека, отражающее его внутреннее состояние». Доктрина, которая доминировала в медицинской мысли в течение нескольких сотен лет, заключалась в том, что дисбаланс четырех жидкостей организма (крови, мокроты, желтой и черной желчи) является основной причиной всех болезней. Поэтому моча считалась отражением внутреннего дисбаланса [13]. Гиппократ в «Сборнике Гиппократа» (лат. «Corpus Hippocraticum»)



Рис. 3. Феофил (слева) получает колбу с мочой. Ниже изображена 21 плоская колба с дном и стенками, содержащими мочу постепенно меняющегося цвета. Рукопись из Византии, XV в.

Fig. 3. Theophilus (left) receives a flask with urine. Below are 21 flat flasks with bottoms and walls containing urine of a gradually changing color. Manuscript from Byzantium, 15th century.

посвятил параграф диагностическому методу визуального исследования мочи – уроскопии. Автором подчеркивалась взаимосвязь между метаморфозом мочи и патологическими состояниями [14]. Гиппократ описал изменения, характерные для мочи при лихорадке, оценивая цвет, прозрачность и запах. Гиппократ определил прогностическую значимость появления пузырьков в моче: «Когда пузырьки оседают на поверхности мочи, они указывают на заболевание почек, и что жалоба будет затяжной». Действительно, образование пузырьков в моче обусловлено более высоким поверхностным натяжением, вызванным повышенной концентрацией белка [15].

Последователи Гиппократов продолжали и развивали его учение. Так, эрудит, «универсальный человек» **Аристотель** (384–322 гг. до н.э.) основал лицей – перипатетическую школу в Афинах. Он заложил основу для развития большинства естественных наук. Аристотель проводил прижизненные хирургические операции (вживисекции) с целью исследования функций организма. Аристотель считается основателем сравнительной анатомии. Именно он подробно описал анатомию почек, мочевого пузыря и мочеточников [16].

За периодом активного изучения естественных наук последовал период стагнации греческой медицины, когда в сознании человека укоренились сектантские идеи. Прошло почти 600 лет, прежде чем **Гален** (129–216 гг. н.э.), родившийся в Пергаме, вернулся к учению Гиппократов. Он продолжил анатомические исследования, расширив знания о моче. Гален пришел к выводу, что моча является фильтратом не четырех гуморов, а именно крови. Также ученый установил, что моча вырабатывается в почках, а не в мочевом пузыре [17].

Аэций Амидский, живший в VI в., стал первым врачом при дворе Константинополя при Юстиниане I и создал фундаментальный врачебный труд «Шестнадцать книг о медицине» [10]. Структура большинства его сочинений напоминает современную медицинскую литературу, включая данные об анатомии и физиологии органов и систем, семиотику заболеваний, методы лечения. В трудах Аэция Амидского особое внимание уделялось изучению мочи.

Феофил Протоспафарий, являясь врачом при дворе императора Ираклия на пике Византийской империи, прослыл «истинным мастером» уроскопии (рис. 3). Он явил миру первую публикацию, посвященную исключительно моче [18]. В своем знаменитом трактате «De Urinis» автор называет мочу «просачиванием крови», таким об-

разом подчеркивая, что исследование мочи является ключом к выявлению ряда заболеваний. Феофил описал двадцать различных цветов мочи, а также шесть разновидностей осадка в моче и связывал их с различными патологиями. Впервые он дал подробные рекомендации относительно способа и условий исследования мочи с целью уменьшения вариативности наблюдений. «De Urinis» впоследствии переведен на латынь и широко использовался в качестве учебника в средневековых и ренессансных медицинских школах. Феофил превратил уроскопию, ранее использовавшуюся в основном для прогнозирования, в диагностический инструмент [19].

Персидская и арабская школы подарили нам нескольких известных врачей. **Авиценна** (Абу Али Хусейн ибн Абдуллах ибн аль-Хасан ибн Али ибн Сина, 980–1037) применил целостный подход к медицине, заявив, что «диета, окружающая среда и отношения между врачом и пациентом имеют решающее значение для лечения болезни». В своем величайшем труде, посвященном медицине, «Канон врачебной науки» он определил важность условий, необходимых к соблюдению перед сбором образца мочи [20]. Также Авиценна описал характерные особенности мочи, позволяющие отличить данную биологическую жидкость от других, наблюдал за изменением цвета мочи в зависимости от потребляемой пищи. Большое значение Ибн Сина придавал «общим признакам состояния тела», которые определяются по пульсу, моче и испражнениям. На основании этих показателей строились диагностические гипотезы.

Известный врач Персии **Исмаил Джурджани** (1041–1136) с целью более точной диагностики предложил особую форму емкости для мочи. Ученый считал: сосуд должен иметь форму мочевого пузыря, обоснование данной идеи заключалось в том, что моча должна находиться в «естественном положении, как в этом органе». Исмаил Джурджани также проанализировал влияние пищи и процесса старения на мочу, практиковал суточный сбор мочи и предоставил наиболее полную книгу по ее исследованию [17].

Средние века в Европе знаменовались преобладающим влиянием католической церкви на сознание общества, что наложило отпечаток на применяемые методы исследования в медицине. Уроскопия стала наиболее распространенным диагностическим методом, будучи рациональным и безболезненным способом оценки гуморального дисбаланса.

Исаак Иудей (845–940), еврейский врач и философ, работавший в Медицинской школе Салерно, разработал алгоритм оценки мочи в виде схемы, с помощью которой, как заявлял автор, можно диагностировать все известные заболевания [5]. В соответствии с Иерусалимским кодексом 1090 г. при неспособности провести исследование мочи врач должен подвергаться публичному избиению палками. Мочу пациентов приносили врачам в декоративных колбах в плетеных корзинах, и диагноз на расстоянии стал обычным явлением в то время.

Константин Африканский, или Карфагенский (1018–1085), перевел труды Гиппократов, Галена, Феофила и нескольких арабских врачей, сделав, таким образом, предыдущие учения доступными широкой аудитории. Позднее эта работа объединена в медицинский канон Articella («малое искусство»); рис. 4. В «De instructione medici»

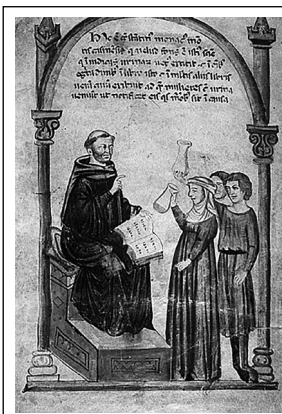


Рис. 4. Врач Константин Африканский исследует мочу пациентов, XI в.

Fig. 4. Doctor Constantine the African examines the urine of patients, 11th century.

Рис. 5. Матула Иоанна Актуария, De urinis libri septem, quibus omnia, quae de urinis dici possunt, continentur, Венеция, 1519 г.

Fig. 5. Matula from Johannes Zacharias Actuarius, De urinis libri septem, quibus omnia, quae de urinis dici possunt, continentur, Venice, 1519.

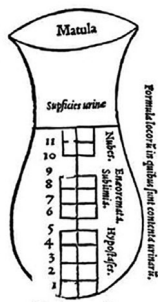
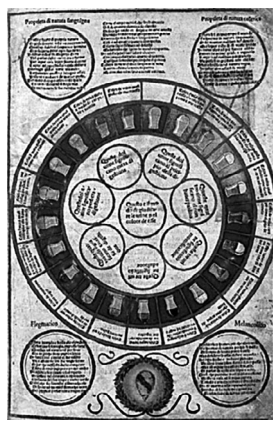


Рис. 6. Уроскопическое колесо из Fasciculo Medicina Иоганна де Кетама, 1493 г.

Fig. 6. Uroscopic wheel from Fasciculo Medicina Иоганна де Кетама, 1493.



Константин Африканский в качестве диагностического метода отдаёт предпочтение исследованию мочи, заявляя, что «моча лучше пульса для обнаружения болезни, от которой страдает пациент» [21]. Таким образом, в отличие от предыдущих классических римских и греческих учений, которые отдавали предпочтение пульсовому исследованию, уроскопия утвердилась в качестве основного диагностического и прогностического инструмента.

Жиль де Корбей, также известный под именем Эгидий (1165–1213), являлся ещё одним известным учеником Салернской медицинской школы. Учёный, рассматривая образец мочи, выделял в ней несколько уровней жидкости, каждый из которых характеризовал различные части тела. Де Корбей написал произведение «Carmina de Urinarum Iudicii» – стихотворное произведение, которое возводило уроскопию в ранг диагностических методов «высшей степени совершенства» [10].

Поздний период Византийской империи в медицине связан с именем выдающегося врача **Иоанна Актуария** (1275–1328). Иоанн носил титул «актуарий», поскольку занимал должность главы медицинской службы императорского дворца. Трактат «De Urinis», автором которого являлся византийский врач, впитал данные Авиценны и Гиппократов и состоял из семи томов [22]. Среди современных изданий труд Иоанна Актуария содержал наиболее полную информацию об уриноскопии и многократно

переиздавался в последующие столетия. Учёный впервые предложил использовать градуированное стекло для исследования свойств мочи. Колба для сбора мочи носила название *matula* и представляла человеческое тело. В качестве вспомогательного диагностического метода разработаны уроскопические «колеса», иллюстрирующие цвета и оттенки нормальной и патологической мочи. Таким образом, в эпоху Средневековья уроскопия стала практически олицетворением медицины, а матула – символом врачей (рис. 5).

Развитию науки способствовало появление книгопечатания в эпоху Возрождения (1450–1600 гг.). Первый печатный сборник медицинских трактатов с иллюстрациями «Fasciculus Medicinæ» под редакцией **Иоганна де Кетама** опубликован в 1491 г. на латыни, затем труды переведены на итальянский язык (Fasciculo di Medicina): рис. 6. В сборнике представлена серия эссе по клинической медицине, ряд сочинений посвящён моче и уроскопии. Вскоре после этого (около 1512 г.) издана одна из самых ранних книг по исследованию мочи – «The Judycyall of Uryns», опубликованная на английском языке. Автором рукописи, лежащей в основе данной книги, вероятно, является монах Генри Дэниел [10].

В XV и XVI в. уроскопия стала инструментом в руках шарлатанов, которые, пользуясь распространённостью данного метода исследования, заявляли, что обладают способностью не только определять болезненные состояния, анализируя мочу, но и предсказывать будущее. Так называемая «уромантия» широко распространялась, и, понимая негативные стороны этого явления, **Томас Линакр** (1460–1524), врач Генриха VIII, своим указом ограничил использование уроскопии. Проведение уроскопии приняло отрицательную коннотацию, и матула стала символом насмешек [23].

Переломный момент в исследовании мочи связан с **Теофрастом фон Гогенхаймом** (1493–1541), более известным под своей латинской фамилией Парацельс. Швейцарский врач критиковал учение своих предшественников, позволял себе театральное сожжение классических медицинских текстов, за что имел прозвище *Lutherus medicorum*. Парацельс выступал против проведения уроскопии, однако, руководствуясь химическим подходом в медицине, учёный практиковал иные методы исследования – взвешивание, экстракцию, коагуляцию и перегонку мочи [24].

Конец XVII в. ознаменовал конец долгой и красочной эпохи уроскопии, уступив место новой эпохе исследования мочи на основе химического анализа. Британский учёный-медик **Томас Уиллис** (1621–1675) рассматривал применение анализа мочи наряду с другими диагностическими исследованиями. Доминирующая в то время доктрина постулировала происхождение тел из комбинации частиц воздуха, серы, соли, воды и земли. Томас Уиллис опровергал данную гипотезу, однако, проводя химический анализ мочи, считал, что в основе заболевания лежит избыток или недостаток основных частиц [25]. В дальнейшем история изучения мочи содержит ряд основополагающих открытий, которые пролили свет на физиологию процесса мочеобразования.

Прошло ещё одно столетие, прежде чем **Мэтью Добсон** (1731–1784) из Ливерпуля опубликовал свою знаменитую статью под названием «Эксперименты и наблюдения за мочой при диабете» в 1776 г., в которой он установил с помо-

Рис. 7. Ричард Брайт (1789–1858).

Fig. 7. Richard Bright (1789–1858).

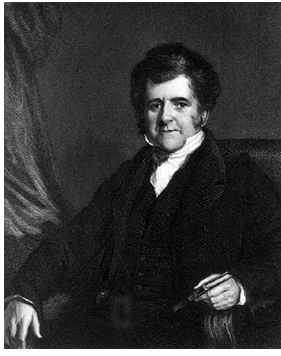


Рис. 8. Объект микроскопии Роберта Гука, представленный в книге «Микрография».

Fig. 8. The object for microscopy by Robert Hooke, presented in the book "Micrographia".

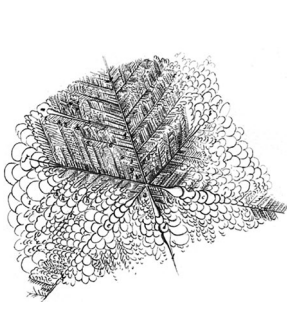
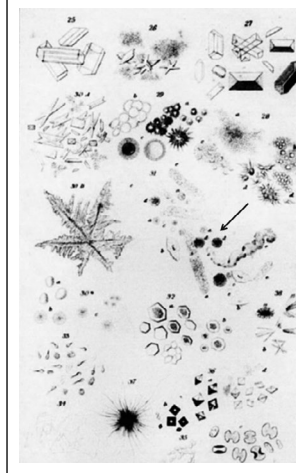


Рис. 9. Иллюстрация Франца Саймона: все особенности осадка мочи, включая цилиндры (в центре справа, стрелка), из его книги «Beiträge zur physiologischen und pathologischen Chemie und Microskopie», Берлин, 1843 г.

Fig. 9. Illustration by Franz Simon: all the features of urine sediment, including cylinders (center right, arrow), from his book "Beiträge zur physiologischen und pathologischen Chemie und Microskopie", Berlin, 1843.



щью химического анализа, что сахар является веществом, придающим моче сладкий вкус. **Фредерик Деккерс** (1648–1720) продемонстрировал наличие белка в моче. В 1811 г. **Уильям Чарльз Уэллс** (1757–1815) и **Джон Блэколл** (1771–1860) описали протеинурию у пациентов с отеками [10]. Согласно историческим данным, нет единого мнения относительно того, кто из исследователей впервые установил связь между заболеванием почек и протеинурией.

Выпускник Эдинбургского университета **Ричард Брайт** (1789–1858) по праву считается основоположником клинической нефрологии (рис. 7). В своих «Отчетах о медицинских случаях», опубликованных в 1827 г., автор представил 23 клинических случая. На подробно описанных примерах своих пациентов ученый продемонстрировал связь альбуминурии с отеками. По результатам проведенного вскрытия Брайт соотнес симптомы своих пациентов с наблюдаемой у них патологией почек [26].

В 1821 г. **Уильям Праут** (1785–1850) опубликовал книгу, в которой содержалась характеристика основных показателей мочи: общий вид, реакция на лакмус, удельный вес и реакция осаждения. **Герман Христиан фон Фелинг** (1812–1885) количественно определил наличие восстанавливающих веществ в некоторых образцах мочи. **Макс фон Петтенкофер** (1818–1901) описал желчные соли в моче, а биуретовый тест на альбумин разработан в 1831 г. **Генрихом Розе**. В дальнейшем ученые предпринимали попытки охарактеризовать состав мочи в норме и при патологии. Так, «отец шведской химии» **Йоганн Якоб Беселиус** (1779–1848) определил, что наличие в моче альбумина, фибрина, крови, уратов, оксалатов, ксантина, цистина, сахара, желчи и гноя является аномальным [27].

С появлением первых увеличительных приборов стало возможным микроскопическое исследование мочи. Прототип современного микроскопа создан нидерландским изобретателем **Корнелиусом Якобсоном Дреббелем** и представлен публике в 1619 г. в Лондоне. Его оптическое устройство получило широкое распространение в Европе, что принесло автору известность, а также сделало более доступным микроскопические исследования. В 1-й половине XVII в. описаны единичные микроскопические исследования мочи [28]. В 1630 г. французский астроном и натуралист **Николя Фабрициус де Пейреск** (1580–1637) впервые описал кристаллы мочи в виде множества «ромбовидных кирпичей». **Роберт Гук** (1635–1703) в своем выдающемся труде «Микрография» проиллю-

стрировал объекты микроскопии, обнаруженные в замороженной моче (рис. 8). Вероятно, выявленные кристаллы являлись оксалатом кальция.

Несмотря на значительные технические ограничения при проведении микроскопии на протяжении XVIII в., знаменитый голландский педагог и клиницист **Герман Бурхаве** (1668–1738) провел эксперимент, результат которого доказал, что моча здорового человека содержит в своем составе компоненты, обладающие способностью к образованию камней при охлаждении.

В XIX в. французы **Пьер Рейер** (1793–1867) и **Евгений Наполеон Вигла** (1813–1872) внедрили микроскопию мочи в повседневную клиническую практику. Ученые дали точные рекомендации, описав методику микроскопического анализа, обосновали важность параллельного проведения химического исследования мочи. Однажды, пригласив микроскописта Готлиба Глюге, Пьер Рейер был поражен результатами микроскопического исследования мочи одного из своих пациентов, после чего ученый поклялся сделать рутинным применение данного метода [28]. Позднее, в предисловии к своему «Трактату о болезнях почек», опубликованному в трех томах, **Габриэль Рише** (1916–2014), один из отцов международной нефрологии, напишет: «Я не могу понять отсутствие у большинства врачей срочности в использовании микроскопа при исследовании мочи». Рейер и Вигла впервые выявили в моче эритроциты, клетки гноя, эпителиальные клетки, жировые тельца и сперму. Однако приоритет французских исследователей во внедрении клинической микроскопии оспаривался их коллегой **Альфредом Франсуа Донне**, известным в научном сообществе как первооткрыватель *Trichomonas vaginalis*. Донне со своим учеником **Леонам Фуко** впервые применил фотографию к микроскопическим препаратам, что проиллюстрировал в своем Атласе.

Немецкие исследователи внесли весомый вклад, описав мочевые цилиндры, которые впервые обнаружены в почечных канальцах **Габриэлем Густавом Валентином** (1810–1883) в 1837 г. Химик **Йоганн Франц Саймон** (1807–1843) в 1842 г. описал цилиндры в моче: «... [они] состоят из аморфного вещества, напоминающего коагулированный белок; имеют в большинстве случаев настоящую капсулу и цилиндрическую форму...» (рис. 9).

Первое всеобъемлющее описание состава мочевого осадка представлено британским микроскопистом **Гол-**

дингом Бердом (1848–1939) в его книге. Благодаря трудам ученого микроскопия мочи заняла место в сфере рутинного клинического обследования в англосаксонском мире. Берд провел дифференциальную диагностику давности кровотечения по морфологическим признакам клеток крови, выявленным в моче с помощью фазово-контрастной микроскопии.

Выдающийся английский врач **Джордж Джонсон** (1818–1896) опубликовал статью о выявленных им жировых включениях в моче в 1846 г. Ученый, используя микроскопический и химический метод, продемонстрировал избыток липидов в моче пациентов с жировой дегенерацией почек и провел дифференциальную диагностику между острым и хроническим нефритом [29].

Во 2-й половине XIX в. внедрение в практику новых технических разработок, таких как ручные центрифуги, позволило создать концентрированные гранулы мочевого осадка, тем самым повышая простоту и увеличивая количество исследований. Также получило широкое распространение применение красителей. Публикация книг по общей клинической микроскопии по всему миру способствовала популяризации данного диагностического метода. Книги являлись ценным источником знаний, содержали иллюстрации и подробное микроскопическое описание различных биологических жидкостей в норме и при патологии. Первое резюмирующее руководство – «Количественная клиническая химия» – написано **Джоном П. Питерсом** (1887–1955) и **Дональдом Д. Ван Слайком** (1883–1971) и опубликовано в 1931 г. Этот труд сыграл важную роль в исследованиях метаболического баланса и почечной функции [27].

Начало XX в. ассоциировано с усовершенствованием оптических микроскопов. Имя шотландско-американского врача **Томаса Аддиса** (1881–1949) широко известно благодаря его трудам в нефрологии. На протяжении многих лет ученый проводил микроскопическое исследование мочи у пациентов, страдающих различными заболеваниями почек, а также сопоставлял выявленные изменения с результатами аутопсии. Благодаря упорному труду им обнаружены широкие цилиндры «почечной недостаточности», которые являлись маркером уремии, возникшей вследствие разных причин. Томас Аддис является «пионером нефрологии», в своей знаменитой книге «Гломерулярный нефрит: диагностика и лечение», опубликованной в 1948 г., автор писал: «Когда пациент умирает, почки могут попасть к патологу, но пока он жив, моча принадлежит нам. Она может предоставить нам день за днем, месяц за месяцем и год за годом последовательную историю основных событий в почке. Исследование мочи является наиболее важной частью физического обследования любого пациента» [30]. Томас Аддис проводил функциональную оценку почек и констатировал высокую изменчивость выделительной функции, что, по мнению исследователя, обусловлено краткосрочностью наблюдения и динамикой факторов, определяющих почечную активность. С целью минимизации влияния данных факторов Т. Аддис предложил увеличить период сбора мочи до 24 ч и таким образом преодолел большую часть этой изменчивости.

Важным техническим достижением в первой половине XX в. явилось внедрение фазово-контрастной микроскопии, впервые разработанной **Фрицем Цернике** (1888–1966) в 1930-х годах. Рядом исследователей выявлены преимущ-

ества данного метода перед светлопольной микроскопией. Другим достижением стало определение природы белка матрицы цилиндров как гликопротеина Тамма-Хорсфалла, также известного как уромулидин, и состава гранул в цилиндрах, оба открытия сделаны с помощью методов иммунофлуоресценции. В 1985 г. проведен первый автоматизированный анализ мочевого осадка [31].

Двадцатый век ознаменован выдающимися открытиями во всех областях науки, технологии и медицины. Разработаны тест-полоски для определения уровня глюкозы, билирубина, кетонов, белка, уробилиногена, удельного веса и pH. Прорывом стало изобретение теста на беременность Predictor, который искусно разработала **Маргарет Крейн** в начале 1970-х годов. Параллельно созданы тест-системы для определения концентрации наркотических веществ в моче, применявшиеся в различных спортивных дисциплинах [10]. Большинство биохимических анализов вскоре стало полностью автоматизированным, а образцы мочи анализировались в специализированных биохимических лабораториях.

Известный хорватский поэт эпохи барокко Иван Гундулич (1589–1638) провозгласил универсальную истину о цикличности процессов в природе, заявив:

*«Колесо фортуны, вращаясь,
Не останавливается в своих оборотах:
Кто был наверху, тот повергнут вниз,
А кто был внизу, тот вознесен».*

Действительно, история доказывает, что методы исследования мочи прошли тернистый путь от признания до забвения. Современные технологии открывают возможности для глубоких геномных, метагеномных, протеомных и метаболомных исследований. Объединение этих мощных технологий обеспечивает и, несомненно, продолжит обеспечивать более полное понимание заболеваний на молекулярном уровне [13]. Кроме того, внедрение искусственного интеллекта при изучении мочи стало новым инструментом, который может привести к улучшению диагностической точности и терапевтических подходов, тем самым потенциально революционизируя клиническую практику [10].

Моча является многообещающим источником биологической информации и плодородной почвой для будущих новых открытий, а текущий прогресс в области уриномики не только углубляет наше понимание физиологии человека, но и предлагает возможность неинвазивной диагностики, прогнозирования и терапевтического руководства при различных заболеваниях, продвигая персонализированную медицину XXI в.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Литература/References

1. Utsch B, Klaus G. Urinalysis in children and adolescents. *Dtsch Arztebl Int.* 2014;111(37):617-25.
2. Bush RB. Urine is an harlot, or a liar. *JAMA.* 1969;208(1):131-4.
3. Суботьялов М.А., Сорокина Т.С., Друзинин В.Ю. Этапы развития аюрведической медицины. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины.* 2013;2 [Subotialov MA, Sorokina TS, Druzhinin VYu. Stages of development of Ayurvedic medicine. *Problems of Social Hygiene, Health Care and History of Medicine.* 2013;2 (in Russian)].
4. Симонян Е.Э., Макулин А.В. Ведическая медицина. *Научные исследования.* 2016;10(11):96-100 [Simonian EE, Makulin A. Vedicheskaya meditsina. *Nauchnye issledovaniia.* 2016;10(11):96-100 (in Russian)].
5. A booklet to accompany an exhibition presented by the IBMS Historical Section Committee at the IBMS Biomedical Science Congress. History of Biomedical Science. From Matula to Mass Spectrometry. A History of Urine Tests in the Investigation of Human Disease. September 26-28 2005:1-44.
6. Sharma H, Chandola HM. Prameha in ayurveda: correlation with obesity, metabolic syndrome, and diabetes mellitus. Part 1 – etiology, classification, and pathogenesis. *J Alternative Complement Med.* 2011;17(6):491-6.
7. Das S. Urology in ancient India. *Indian J Urol.* 2007;23(1):2-5.
8. Wellcome HS. The evolution of urine analysis: An historical sketch of the clinical examination of urine. *Burroughs Wellcome.* 1911.
9. Sanders LJ. From Thebes to Toronto and the 21st century: an incredible journey. *Diabetes Spectrum.* 2002;15(1):56.
10. Crnogorac-Jurcovic T. A brief history of urine examination – From ancient uroscopy to 21st century urinomics. *Adv Biomarker Sci Technol.* 2024;6:83-90.
11. Lines JG. A chronicle of the development of clinical chemistry. *IFCC Newsletter.* 1977;18: 3-9.
12. Dimopoulos C, Gialas A, Likourinas M, et al. Hippocrates: founder and pioneer of urology. *Brit J Urol.* 1980;52(2):73-4.
13. Eknayan G. Looking at the urine: the renaissance of an unbroken tradition. *Am J Kidney Dis.* 2007;49(6):865-72.
14. Foster WD. Chemical pathology. In: A short history of clinical pathology. London: E and S Livingstone Ltd., 1961; p. 34-51.
15. Diskin ChJ. Surface tension, proteinuria, and the urine bubbles of Hippocrates. *Lancet.* 2000;355(9207):901-2.
16. Eknayan G. The origins of nephrology—Galen, the founding father of experimental renal physiology. *Am J Nephrol.* 1989;9(1):66-82.
17. Armstrong JA. Urinalysis in Western culture: a brief history. *Kidney Int.* 2007;71(5):384-7.
18. Marketos SG, Diamandopoulos AA, Voyiatzakis E. Limits in the studies of the art of uroscopy: the Byzantine example. *Am J Nephrol.* 1994;14(3):239-45.
19. Kouba E, Wallen EM, Pruthi RS. Uroscopy by Hippocrates and Theophilus: prognosis versus diagnosis. *J Urol.* 2007;177(1):50-2.
20. Hanafy HM, Saad SM, El-Rifaie M, Al-Ghorab MM. Early arabian medicine Contribution to urology. *Urology.* 1976;8(1):63-7.
21. Angeletti LR, Gazzaniga V. Theophilus' Auctoritas: the role of De urinis in the medical curriculum of the 12th–13th centuries. *Am J Nephrol.* 1999;19(2):165-71.
22. Pardalidis N. Uroscopy in Byzantium (330–1453 AD). *J Urol.* 2008;179(4):1271-6.
23. Connor H. Medieval uroscopy and its representation on misericords – part 1: uroscopy. *Clin Med.* 2001;1(6):507-9.
24. Eknayan G. On the contributions of Paracelsus to nephrology. *Nephrol Dial Transplant.* 1996;11(7):1388-94.
25. Keele KD. The quest for significant physical signs. In: The evolution of clinical methods in medicine. Part II. London: Pitman Medical Publishing, 1961; p. 21-49.
26. Slater EA. Bright and Bright's Disease. *Res Medica.* 1960;2(2).
27. Захарова И.Н., Османов И.М., Мачнева Е.Б., и др. Клинический анализ мочи: историческое значение для развития медицины. *Педиатрия. Consilium Medicum.* 2019;1:83-8 [Zakharova IN, Osmanov IM, Machneva EB, et al. Clinical analysis of urine: historical significance for the development of medicine. *Pediatrics. Consilium Medicum.* 2019;1:83-8 (in Russian)].
28. Fogazzi GB, Cameron JS. Urinary microscopy from the seventeenth century to the present day. *Kidney Int.* 1996;50(3):1058-68.
29. Johnson G. On the inflammatory diseases of the kidney. *Med Chir Trans.* 1847;30:164.2-191
30. Addis T. Glomerular Nephritis, Diagnosis and Treatment. New York, MacMillan, 1948; p. 2.
31. Cameron JS. A history of urine microscopy. *Clin Chem Lab Med.* 2015;53 (Suppl. 2):s1453-64.

Статья поступила в редакцию / The article received: 21.08.2024

Статья принята к печати / The article accepted for publication: 05.03.2025



OMNIDOCTOR.RU