

4. С.А. Лысенко, В. В. Хомич. Верификация алгоритма обработки данных многочастотного лидарного зондирования аэрозоля // Журн. прикл. спектр. 2018. Т. 85, № 3. С. 491–498.
5. H. Tang, Z.-L. Li. Quantitative Remote Sensing in Thermal Infrared: Theory and Applications / H. Tang, Z.-L. Li. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg. 2014.
6. J. Zhou et. al. Land Surface Temperature Retrieval from MODIS Data by Integrating Regression Models and the Genetic Algorithm in an Arid Region // Remote Sensing. 2014. V. 6, N. 6. P. 5344–5367.
7. С.А. Лысенко и др. Основные научные результаты и разработки центра климатических исследований НАН Беларуси // Природопользование. 2018. Вып. 32.
8. S.A. Lysenko. Atmospheric correction of multispectral satellite images based on the approximate model of the solar radiation transfer // Atmos. Ocean. Opt. 2017. V. 30, N. 9. P. 775–788.

УДК 616.61-003.72:616.633-074:543.544.5

ВНЕДРЕНИЕ МЕТАБОЛОМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНСКУЮ ПРАКТИКУ: ВЭЖХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АМИКОКИСЛОТНОГО СПЕКТРА МОЧИ КАК МЕТОД ПОИСКА БИОМАРКЕРОВ КАМНЕОБРАЗОВАНИЯ В МОЧЕВЫХ ПУТЯХ

Т.М. ЮРАГА, Н.А. ГРЕСЬ, В.С. КАМЫШНИКОВ, А.А. СИВАКОВ

Государственное учреждение образование «Белорусская медицинская академия последипломного образования», ул. П. Бровки, 3, г. Минск, 220013, Беларусь

Аннотация. Для объективной оценки состояния метаболизма цистина как наиболее значимого метаболита при процессе камнеобразования в мочевых путях человека проведено исследование аминокислотного спектра мочи методом ВЭЖХ у 695 практически здоровых лиц 1-17 лет. Превышение референса цистина мочи выявлено в 1,4 % случаев. Степень выраженности цистинурии позволяет сформировать группы риска развития цистинового нефролитиаза.

Ключевые слова: цистин, лизин, аргинин, моча, мочекаменная болезнь.

Abstract. For an objective assessment of the state of cystine metabolism as the most significant metabolite in the process of stone formation in the human urinary tract, a study of the amino acid spectrum of urine was performed by HPLC in 695 healthy individuals 1–17 years old. Excess urine cystine reference was detected in 1.4% of cases. The severity of cystinuria allows you to form risk groups for the development of cystine nephrolithiasis.

Keywords: cysteine, lysine, arginine, urine, urolithiasis.

Введение

Метаболомика – постгеномная технология, которая изучает метаболические профили, включающие исходные, промежуточные и конечные продукты обмена веществ в клетке, ткани, органе или организме. Целью метаболомного анализа является идентификация и количественное измерение низкомолекулярных метаболитов биологического объекта. Данные анализа метаболитов представляют функциональные конечные результаты, связанные с физиологическими и патофизиологическими процессами, на которые оказывают влияние генетическая предрасположенность и факторы окружающей среды.

Метаболом человека по своему фундаментальному значению подобен геному человека – совокупности всех его генов, или протеому – совокупности всех его протеинов. Это своего рода химический аналог генома. И если геном представляет программу жизни, то метаболом – ее ингредиенты. Изучение метаболома человека проводится в основных доступных для практического использования биологических жидкостях – сыворотке крови, моче и спинномозговой жидкости. Ученые из Университета Альберты (University of Alberta) в Эдмонтоне каталогизировали и охарактеризовали 2 500 метаболитов, обнаруженных в человеческом организме. В рутинных клинических анализах в настоящее время задействовано немногим более 2% известных [1].

Метаболомный проект, знаменующий собой начало новой эры диагностики и обнаружения болезней, окажет на медицину и терапию более существенное влияние, чем проект “Геном человека”, поскольку метаболомы в качестве индикаторов здоровья и протекающих в организме физиологических процессов несравненно чувствительнее и доступнее для исследования [1, 2]. Метаболомы рассматриваются как осведомители генома, предназначенные для “предсказания, предупреждения и мониторинга многих генетических, инфекционных и связанных с загрязнением окружающей среды заболеваний”. Структура метаболома находится в исключительной зависимости от того, что человек ест, где он живет, от времени суток, времени года, общего состояния его здоровья и даже от душевного состояния [2].

Мочекаменная болезнь (МКБ) в настоящее время является одним из распространенных заболеваний, а «детский» уrolитиаз — актуальной проблемой для всех цивилизованных стран мира,

составляя 2-5% в популяции. В группе метаболических отклонений, приводящих к развитию МКБ, особое место занимает цистинурия. Нарушение обмена цистина представляет собой генетическую патологию с аутосомно-рецессивным типом наследования [3]. Определяющим фактором образования цистиновых мочевого камней рассматривается высокая экскреция цистина с мочой, которая может достигать 3200 мкмоль/сут. В силу плохой растворимости в водной среде цистин легко переходит в кристаллическое состояние.

Целью исследования явилось изучение методом ВЖЭХ аминокислотного профиля мочи для выявления лиц группы риска предрасположенности к образованию цистиновых камней в мочевых путях.

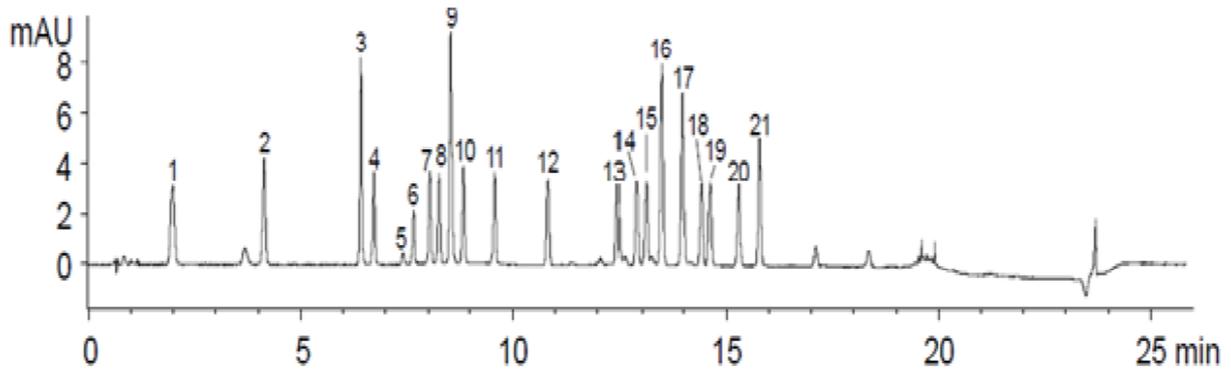


Рис. 1. Диаграмма аминокислотного спектра мочи выполненная хроматографе жидкостном Agilent 1100.

Примечание: 1 - аспарагиновая кислота (Asp), 2 - глутаминовая кислота (Glu), 3 - аспарагин (Asn), 4 - серин (Ser), 5 - глутамин (Gln), 6 - гистидин (His), 7 - глицин (Gly), 8 - треонин (Thr), 9 - цитруллин, 10 - аргинин (Arg), 11 - аланин (Ala), 12 - тирозин (Tyr), 13 - цистеин (Cys), 14 - валин (Val), 15 - метионин (Met), 16 - норвалин, 17 - триптофан (Trp), 18 - фенилаланин (Phe), 19 - изолейцин (Ile), 20 - лейцин (Leu), 21 - лизин (Lys), 22 - гидроксипролин (Hyp), 23 - саркозин (Sar), 24 - пролин (Pro).

Обследовано 695 практически здоровых лиц 1–17 лет. Содержание цистина в моче определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с предколоночной дериватизацией аналитов на хроматографе жидкостном Agilent 1100 с системой градиентного элюирования, устройством автоматического ввода пробы, термостатом колонок и спектрофотометрическим детектором (рисунок 1). Исследование проведено в суточной моче (мкмоль/сут) и в утренней порции мочи (мкмоль аминокислоты/ммоль креатинина).

Результаты исследований

По данным литературы, гиперцистинурия встречается в 2–12 % случаев [3]. Нами выявлено превышение референсных значений цистина в 1,4 %, аргинина – 2,9 % и лизина – 1,9 % случаев. Средние значения цистина и сопутствующих ему аминокислот аргинина и лизина в группе с гипераминоацидурией статистически значимо ($p < 0,001$) превышали соответствующие параметры в контроле как при изучении суточной экскреции, так и по данным исследования утренней порции мочи с пересчетом на единицу экскреции креатинина (табл. 1).

Таблица 1 – Значения суточной экскреции с мочой цистина, аргинина, лизина и их содержание в утренней порции мочи относительно креатинина у детей с гипераминоацидурией в сравнении с контролем ($\bar{X} \pm Sx$)

| Группа | Суточная экскреция с мочой аминокислот, мкмоль/сут | | | Содержание аминокислот (АК) в утренней моче относительно креатинина, отн. ед. (мкмоль АК/ммоль креатинина) | | |
|----------------------------|--|------------|--------------|--|-------------|-------------|
| | цистин | аргинин | лизин | цистин | аргинин | лизин |
| Контроль | 46,3±1,4 | 31,0±0,9 | 105,1±2,8 | 8,7±0,3 | 6,8±0,3 | 21,8±0,7 |
| Лица с гипераминоацидурией | 103,8±17,1* | 146,4±7,8* | 399,3± 63,2* | 49,6±4,3* | 57,4 ± 6,2* | 125,1±11,4* |

Примечание: * – $p < 0,001$

При клинической оценке результатов исследования мы исходили из того, что повышение в моче уровня аргинина и лизина в развитии кристаллурии, нефролитиаза и нарушения функции почек особой роли не играет: определяющим в механизмах формирования камней считается уровень цистина [3]. Как и при многих наследственных заболеваниях, нарушение метаболизма цистина может иметь легкую форму, когда его повышение в моче не достигает высокой степени, не сопровождается изменениями мочевого осадка и не приводит к образованию камней [3]. В анализируемой выборке увеличение количества экскретируемых цистина, аргинина и лизина не сопровождалось клиническими симптомами и отклонением от нормы показателей общего анализа мочи. В итоге наличие повышенного уровня цистина в моче было расценено нами как выражение гиперцистинурии, свидетельствующей о необходимости динамического наблюдения за данной категорией обследованных, у которых в последующем может быть повышен риск образования цистиновых камней в почках. Формирование камней может начинаться в детстве, но пик заболеваемости приходится на второе и третье десятилетия жизни.

Заключение

Учитывая, что условием для образования цистиновых камней в мочевой системе является превышение физиологических значений содержания в моче цистина, констатации только наличия этой аминокислоты в моче методом качественной диагностики недостаточно. Для объективной оценки состояния метаболизма цистина с целью формирования группы риска развития цистинового нефролитиаза необходима оценка степени выраженности цистинурии. Своевременное определение характера метаболических нарушений у конкретного пациента позволит разработать дифференцированную персонифицированную программу мероприятий по профилактике камнеобразования в почках.

Список литературы

1. Титов В. Н., Дугин С. Ф. Протеомика, метаболомика и будущее клинической лабораторной диагностики // Клиническая лабораторная диагностика. 2007. № 1. С. 23-34.
2. Арчаков А. И. Биоинформатика, геномика и протеомика – науки о жизни XXI столетия // Вопросы медицинской химии. 2000. – Т. 46. – № 1. – С. 4-7.
3. Игнатова М.С. Наследственные и врожденные нефропатии // Нефрология; под ред. И. А. Тареевой. М.: Медицина, 2000. – С. 337-371.

УДК 616.28-008.1 -08:621.395.721.5

ПЛАТФОРМА СКРИНИНГОВОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СЛУХА У ДЕТЕЙ РАННЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА НА ОСНОВЕ СМАРТФОНА

М.И. ВАШКЕВИЧ¹, О.Г. ХОРОВ², А.А. ПЕТРОВСКИЙ¹

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь

²Гродненский государственный медицинский университет
ул. М. Горького, 80, г. Гродно, Республика Беларусь

Аннотация. В работе описывается платформа скринингового обследования слуха у детей раннего школьного возраста. В качестве аппаратно-программной платформы выступает смартфон с разработанной программой реализующей проверку слуха, анализ полученной аудиограммы, хранение и передачу данных. Практическое применение указанной разработки позволило выявить неучтенные патологии слуха у 3% школьников г. Гродно в возрасте 8–10 лет, участвовавших в пилотном испытании.

Ключевые слова: скрининг слуха, мобильно приложение.

Abstract. The paper presents platform for hearing screening survey for school-aged children. The platform is based on a smartphone with installed program that implements hearing test, audiogram analysis, data storage and transmission. Practical application of the technology allows to detect unaccounted hearing pathology in 3% schoolchild (Grodno city) in ages 8-10, that participate in pilot trial.

Keywords: hearing screening, mobile application.

Введение

Снижение слуха у детей – это социальная, экономическая и личностная проблема, препятствие для получения полноценного образования, основа для психоэмоциональных и речевых расстройств. Проведение скрининга слуха у детей дошкольного и школьного возраста с помощью аппаратных методов в Республике Беларусь не производится, как и в других странах постсоветского пространства. Выявление слабослышащих детей осуществляется с помощью обычных методов исследования шепотной и разговорной речи, что не может дать объективных данных о слухе ребён-