



Диагностика активности пиелонефрита путём мониторинга электрохимических свойств мочи и динамики медиатора воспаления мочи ИЛ-8

© Дмитрий Н. Хотько¹, Анастасия И. Хотько¹, Артём И. Тарасенко²,
Владимир М. Попков¹

¹ Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского [Саратов, Россия]

² Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) [Москва, Россия]

Аннотация

Введение. Перкутанная нефролитотрипсия (ПНЛТ) является широко используемым малоинвазивным методом лечения камней почек из-за небольшой травматичности и быстрого восстановления пациентов. Одним из наиболее серьёзных осложнений, возникающих после ПНЛТ, является манифестация пиелонефрита. При этом одним из главных вопросов у практикующих урологов остаётся определение сроков безопасного удаления нефростомического дренажа в послеоперационном периоде.

Цель исследования. Оценить возможность применения джоульметрии и динамики мочевого ИЛ-8 в диагностике активности пиелонефрита после ПНЛТ.

Материалы и методы. В исследование включены 220 пациентов с нефролитиазом, которым с 2022 года по 2023 год в клинике урологии СГМУ выполнена ПНЛТ. Возраст пациентов — от 25 до 65 лет, среди них 135 (61,3%) женщин и 85 (38,6%) мужчин. Группа контроля — 30 здоровых лиц в возрастном диапазоне 24 – 67 лет, 18 (60%) женщин, 12 (40%) мужчин. У пациентов с пиелонефритом после оперативного вмешательства и в группе контроля изучали динамику лейкоцитурии, уровень ИЛ-8 в моче, а также проводили электрохимическое исследование мочи джоульметрическим методом по запатентованной методике.

Результаты. При анализе уровней лейкоцитурии, ИЛ-8 мочи, и работы тока по данным джоульметрии установлено достоверное повышение всех изучаемых параметров на 1-е сутки по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$). Значения изучаемых показателей характеризуются максимальным размахом на 3-и сутки и возвращаются к показателям группы контроля на 5-е сутки. При этом при отсутствии лейкоцитурии на 3-и сутки у большинства пациентов значения работы тока и уровень ИЛ-8 мочи остаются повышенными.

Заключение. Джоульметрическое исследование позволяет определить активность пиелонефрита в послеоперационном периоде, что подтверждается общеклиническими обследованиями и определением ИЛ-8 мочи как маркера воспаления. Применение метода позволяет оптимизировать сроки удаления дренажей в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: перкутанная нефролитотрипсия; пиелонефрит; джоульметрия; ИЛ-8

Финансирование. Исследование проведено в рамках выполнения НИР по государственному заданию Минздрава России № 124020300030-9 «Разработка генетических тест-систем для определения предрасположенности к образованию конкрементов определенного состава у пациентов с мочекаменной болезнью». **Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Этическое заявление.** Исследование выполнено в соответствии с положениями Хельсинкской декларации, пересмотренной в Форталезе (Бразилия) в октябре 2013 года. **Этическое одобрение.** Исследование одобрено Локальным независимым этическим комитетом ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России (Протоколы № 12 от 30 июля 2021 года, № 8 от 5 марта 2024 года). **Информированное согласие.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и обработку персональных данных.

Вклад авторов: Д.Н. Хотько — концепция исследования, разработка дизайна исследования, анализ данных, написание текста рукописи; А.И. Тарасенко — обзор публикаций, анализ данных, написание статьи; А.И. Хотько — сбор данных, статистическая обработка данных, анализ данных; В. М. Попков — анализ данных, критический обзор, научное редактирование, научное руководство.

✉ **Корреспондирующий автор:** Дмитрий Николаевич Хотько; dnksar@list.ru

Поступила в редакцию: 07.08.2024. **Принята к публикации:** 12.11.2024. **Опубликована:** 26.12.2024.

Для цитирования: Хотько Д.Н., Хотько А.И., Тарасенко А.И., Попков В.М. Диагностика активности пиелонефрита путём мониторинга электрохимических свойств мочи и динамики медиатора воспаления. *Вестник урологии*. 2024;12(6):38-44. DOI: 10.21886/2308-6424-2024-12-6-38-44.

Diagnosis of stone-related pyelonephritis activity by monitoring urine electrochemical properties and dynamics of urinary inflammatory mediator IL-8

© Dmitry N. Khotko¹, Anastasia I. Khotko¹, Artem I. Tarasenko², Vladimir M. Popkov¹

¹ Razumovsky Saratov State Medical University (SSMU) [Saratov, Russian Federation]

² Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) [Moscow, Russian Federation]

Abstract

Introduction. Percutaneous nephrolithotripsy is an important minimally invasive method for treating kidney stones. It is appreciated for its low injury rate and quick recovery. However, one of the most serious complications that can occur after this procedure is calculous pyelonephritis. The timing and safe removal of nephrostomy drainage in the postoperative period remain a significant concern for urologists.

Objective. To determine the possibility of using joulemetry and monitoring urinary IL-8 levels to diagnose stone-related pyelonephritis activity following percutaneous nephrolithotripsy

Materials & methods. The study involved 220 patients with kidney stones who had percutaneous nephrolithotripsy at the SSMU Urology Clinic in 2022 – 2023. The patients were aged between 25 and 65 years, including 135 women (61.3%) and 85 men (38.7%). The control group consisted of 30 healthy people aged 24 to 67 years: 18 women (60%) and 12 men (40%). After surgery, electrochemical urine examination using the joulemetric method according to a patented technique was performed for patients with stone-related pyelonephritis and for those in the control group.

Results. When analysing the urine IL-8 level, leukocyturia in the urine test, and the current operation based on joulemetry data, we observe a significant increase in all studied parameters on day 1 compared to the control group ($p > 0.05$). The values of the studied indicators reach their peak range by day 3 and return to those of the control group by day 5. At the same time, even if there is no leukocyturia on day three, the values of the current parameter and the urine IL-8 level remain elevated in most patients.

Conclusion. Joulemetry helps to diagnose the activity of stone-related pyelonephritis in the postoperative period. This is confirmed by general clinical examinations and the determination of urine IL-8 as a marker of inflammation. Using this method allows optimising the timing of drainage removal after surgery.

Keywords: percutaneous nephrolithotripsy; pyelonephritis; joulemetry; IL-8

Financing. The study was conducted as part of the R&D project under the state assignment of the Ministry of Health of Russia No. 124020300030-9 «Development of genetic test systems to determine the predisposition to the formation of concretions of a certain composition in patients with urolithiasis.». **Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest. **Ethical statement.** The study was designed according to the prescriptions of the Declaration of Helsinki (revised in Fortaleza, Brazil, October 2013) and approved by the Ethics Committee of the Razumovsky Saratov State Medical University (No. 12 dated 30.06.2021, No. 8 dated 05.03.2024). **Informed consent.** All patients signed an informed consent to participate in the study and to process personal data.

Authors' contribution: D.N. Khotko — study concept, study design development, data analysis, drafting the manuscript; A.I. Tarasenko — literature review, drafting the manuscript; A.I. Khotko — data acquisition, data analysis, statistical data processing; V. M. Popkov — data analysis, critical review, scientific editing, supervision.

Received: 07.08.2024. **Accepted:** 12.11.2024. **Published:** 26.12.2024.

✉ **Corresponding author:** Dmitry N. Khotko; dnksar@list.ru

For citation: Khotko D.N., Khotko A.I., Tarasenko A.I., Popkov V.M. Diagnosis of stone-related pyelonephritis activity by monitoring urine electrochemical properties and dynamics of urinary inflammatory mediator IL-8. Urology Herald. 2024;12(6):38-44. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2024-12-6-38-44.

Введение

Перкутанная нефролитотрипсия (ПНЛТ) используется как важный малоинвазивный метод лечения камней в почках из-за небольшой травматичности и быстрого восстановления пациентов [1, 2]. Несмотря на то, что ПНЛТ считается менее болезненной процедурой, чем её открытый аналог, данная операция не лишена риска серьезных осложнений, при этом осложнения по системе Clavien > II встречаются в более чем

9% случаев. Одним из наиболее серьезных осложнений ПНЛТ является острый пиелонефрит, выраженность которого варьируется от лихорадки до тяжелого сепсиса. Купирование воспалительного процесса в послеоперационном периоде влияет на сроки выполнения последующих литотрипсий при их дальнейшем планировании [3]. В то же время несвоевременное удаление нефростомического дренажа после ПНЛТ также может привести к геморрагическим

и воспалительным осложнениям [4].

Установка нефростомического дренажа или стента в мочеточник после ПНЛТ является профилактической мерой для устранения возможной послеоперационной обструкции мочеточника. Хотя ПНЛТ можно проводить и без установки дренажа, доказательства в пользу такой практики основаны на исследованиях с узкими критериями отбора пациентов [5 – 8]. До тех пор, пока не будет больше известно о механизме послеоперационной обструкции мочеточника и о том, как её можно предсказать или избежать, установка дренажных систем остаётся стандартом лечения [9, 10].

При этом серьёзным вопросом у практикующих урологов остаются сроки и возможности безопасного удаления нефростомического дренажа в послеоперационном периоде. В настоящее время каких-либо общепринятых критериев не существует, в связи с чем извлечение нефростомы производится с учётом послеоперационных сроков, восстановления пассажа мочи, выраженности гематурии и воспалительных процессов. И если восстановление пассажа мочи можно объективизировать при помощи антеградной пиелографии, различных модификаций теста Whitaker, пережатия нефростомы с контролем ретенции мочевых путей по данным ультразвукового исследования, то динамику воспалительных изменений оценить сложнее.

Для диагностики активности воспаления, помимо общеклинических анализов, наиболее часто применяется исследование лейкоцитурии из нефростомического дренажа. Но с применением только этого метода динамику воспалительных изменений отследить сложно, а удаление дренажа при наличии активного воспаления в почке может привести к развитию пиелонефрита даже на фоне сохранного пассажа мочи. Как вариант оценки активности воспалительных изменений в паренхиме, мы выбрали исследование экскреции с мочой ИЛ-8, динамика показателей которого может свидетельствовать о степени воспаления в почечной паренхиме. Комплексное исследование мочевого осадка, а также иммуноферментного анализа ИЛ-8 в сопоставлении с электрохимическим исследованием мочи из нефростомического дренажа, возможно, позволит оптимизировать диагностику пиелонефрита в послеопераци-

онном периоде, а дальнейшая валидация методики потенциометрии ускорит и упростит диагностику, что позволит избежать осложнений после ПНЛТ.

Цель исследования: оценить возможность применения джоульметрии и динамики мочевого ИЛ-8 в оценке активности пиелонефрита после перкутанной нефролитотрипсии.

Материалы и методы

В исследование включены 220 пациентов с нефролитиазом, которым с 2022 по 2023 год в клинике урологии СГМУ выполнено ПНЛТ. Возраст пациентов — от 25 до 65 лет, среди них 135 (61,3%) женщин, 85 (38,6%) мужчин. Группа контроля — 30 здоровых лиц в возрасте 24 – 67 лет, 18 (60%) женщин, 12 (40%) мужчин.

Операцию выполняли с применением кожуха 17 Ch в положении больного на животе. Размеры конкрементов колебались от 20 до 35 мм с локализацией в лоханке и нижней чашечке. В исследование не включали пациентов, которым выполняли множественные доступы в полостную систему. При завершении операции всем пациентам после извлечения инструментов устанавливали нефростому pig tail 10 Ch. Контроль полноты удаления конкрементов и положение нефростомического дренажа выполняли на 2-е послеоперационные сутки путём применения компьютерной томографии без контрастирования.

В послеоперационном периоде определяли в динамике показатели лейкоцитурии собранные как из мочевого пузыря, так и из нефростомы, где оценивали количество форменных элементов в 1 мл жидкости. Из исследования исключали пациентов с макрогематурией, затрудняющей интерпретацию исследуемых показателей.

Кроме этого, выполняли исследование ИЛ-8 в моче из нефростомического дренажа на 1-е, 3-и и 5-е сутки до момента удаления нефростомического дренажа. Определение ИЛ-8 в моче проводили методом твердофазного иммуноферментного анализа с использованием наборов реактивов РеалБест-Генетика Интерлейкин 28В («Вектор-Бест», Новосибирск, РФ) на анализаторе Stat Fax® 2100, ("Awareness Technology, Inc.", Palm City, FL, USA). Результаты выражали в пг/мл. Для исследования использовали порцию мочи в объёме 5 – 10 мл, полученную из нефро-

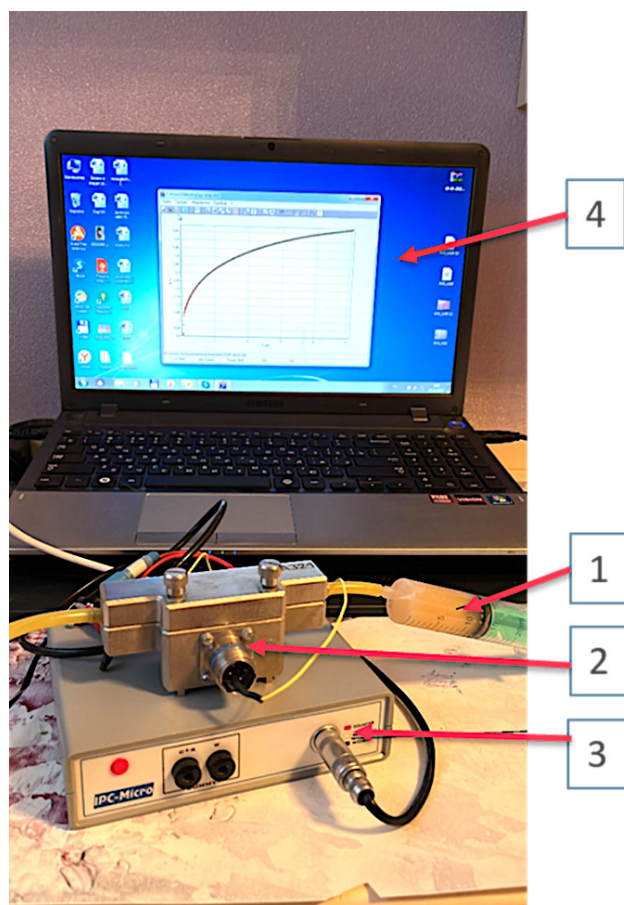


Рисунок 1. Способ электрохимического определения наличия воспалительного процесса при калькулезном пиелонефрите: 1 — шприц для нагнетания мочи; 2 — жидкостный проточный датчик; 3 — прибор IPC 2000; 4 — компьютер с программной реализацией джоульметрического метода

Figure 1. Method of electrochemical determination of the inflammatory process in stone-related pyelonephritis: 1 — syringe for injecting urine; 2 — liquid flow sensor; 3 — IPC 2000 device; 4 — PC with software implementing the joulemetry

стомического дренажа, собранную в специальные стаканы с крышками. Собранные аликвоты мочи размещали в пробирках с крышками "Errendorf" и хранили до проведения исследования при температуре -25°C .

Параллельно оценивали электрохимические показатели в отобранных образцах мочи. Электрохимические свойства мочи исследовали с использованием джоульметрии. Аппаратура для выполнения исследования представлена на рисунке 1. Мочу из нефростомического дренажа в количестве 10 мл вводили внутрь жидкостного проточного электрода джоульметрического прибора. В течение 5 секунд через проточный

жидкостной электрод джоульметрического прибора пропускали ток $0,02\text{ mA}$. В программе IPC 2000 оценивали полученные зависимости, которые представляют собой кривые со строго определёнными значениями изменений потенциала во времени, кроме того, прослеживали изменения мочи в разные сроки дренирования почки. По полученным зависимостям рассчитывали значения тока, строили графики, позволяющие судить о связи с выраженностью воспалительного процесса в почке [11].

Все пациенты в послеоперационном периоде получали антибактериальную терапию согласно посеву мочи. Проходимость мочеточника подтверждали в послеоперационном периоде выполнением антеградной уретеропиелографии.

Этическое заявление. Исследование одобрено Локальным независимым этическим комитетом Саратовского государственного медицинского университета им. В. И. Разумовского (Протокол № 12 от 30.06.2021 года, Протокол № 8 от 05.03.2024 года). Исследование выполнено в соответствии с положениями Хельсинкской декларации (пересмотренной в Форталезе, Бразилия, в октябре 2013 года).

Статистический анализ. Для статистического анализа данных использовали программу STATISTICA 10.0. («StatSoft Inc.», Tulsa, OK, USA). Для представления количественных признаков изучаемых показателей были использованы описательные статистики с использованием диаграмм диапазонов («коробочный» график — Box Plot). Распределение значений в выборках отличалось от нормального (после проверки тестом Shapiro-Wilk), поэтому в процессе статистической обработки использовали методы непараметрического анализа, которые включали в себя вычисление медианы, квартилей вариационного ряда, максимальных и минимальных значений. В качестве критерия достоверности отличия между двумя независимыми группами использовали непараметрический критерий Mann-Whitney U-test. Для статистической оценки различий динамики показателей в зависимости от сроков дренирования использовали ранговый дисперсионный анализ (непараметрический Friedman test) для сравнения 3 и более зависимых групп. При $p < 0,05$ проводили парное сравнение групп с использовани-

ем непараметрического Wilcoxon signed-rank test. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Результаты исследований представлены в таблице.

Различия достоверны для всех изучаемых показателей в 1-е сутки после оперативного вмешательства. На 3-и сутки уровень лейкоцитурии сопоставим с 5-ми сутками и группой контроля у 75% пациентов, при этом уровень ИЛ-8 и работы тока имеют достоверные различия с 5-ми сутками наблюдения и группой контроля.

Динамика показателей ИЛ-8 в моче представлена на рисунке 2. Самые высокие значения отмечены в первые послеоперационные сутки, где имеют место стабильно повышенные уровни, колеблющиеся

от 23 до 93 пг/мл с медианой 41,4 пг/мл. На 3-и сутки, с одной стороны, отмечается снижение показателей относительно 1-х суток у некоторых пациентов, достигающих значений группы контроля, что говорит о стабилизации воспалительного процесса, в то время как у части пациентов сохраняются повышенные относительно контроля значения. На 5-е сутки значения ИЛ-8 практически сопоставимы с контрольной группой.

На рисунке 3 представлены изменения уровней лейкоцитурии в динамике и значения группы контроля. Изменения количества лейкоцитов имеют тенденцию к снижению с первых по пятые сутки, максимальный разброс значений на 3-и сутки в большинстве случаев достигает группа контроля. Обращает на себя внимание более быстрая стабилизация значений лейкоцитурии в сравнении со значениями ИЛ-8.

Таблица. Значения изучаемых параметров в различные сутки дренирования и значения группы контроля

Table. Values of the studied parameters on the different draining days and control group values

Параметры Parameters Me [25% – 75%]	Сутки Day			Контроль Control	p
	1	3	4		
ИЛ-8 мочи, пг/мл uIL-8, pg/ml	41,45 [35,45 – 54]	25,6 [23 – 34]	22,3 [19,2 – 24,5]	22,25 [19,5 – 24,25]	$p_{1-3} < 0,05$ $p_{3-5} < 0,05$ $p_{5-к} > 0,05$
Лейкоцитурия, н/мл Leukocyturia, n/ml	33000 [20000 – 44000]	1000 [500 – 4000]	1400 [700 – 2500]	900 [600 – 2000]	$p_{1-3} < 0,05$ $p_{3-5} > 0,05$ $p_{5-к} > 0,05$
Работа тока (А, мДж) Electric current (A, mJ)	60,6 [56 – 63]	44 [42 – 55]	44,5 [41,7 – 44,8]	44 [41,7 – 44,7]	$p_{1-3} < 0,05$ $p_{3-5} < 0,05$ $p_{5-к} > 0,05$

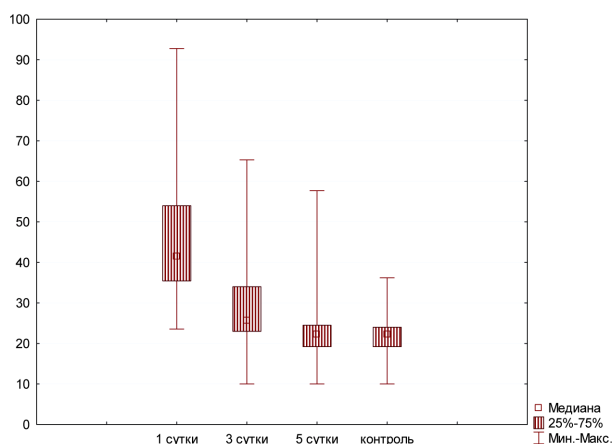


Рисунок 2. Значения мочевого ИЛ-8 (пг/мл) в динамике при ПНЛТ и в группе контроля

Figure 2. Urinary IL-8 values (pg/ml) during PNLТ and in the control group

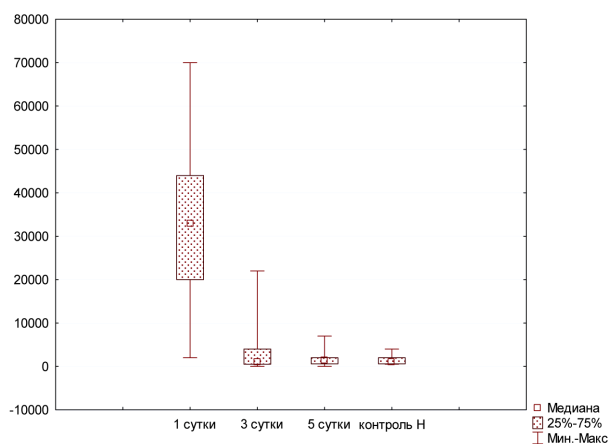


Рисунок 3. Значения лейкоцитурии в динамике при ПНЛТ и в группе контроля

Figure 3. Leukocyturia values during PNLТ and in the control group

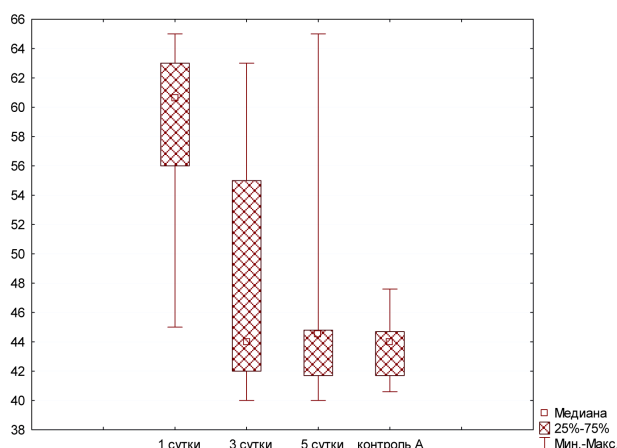


Рисунок 4. Значения работы тока (А, мДж) в динамике при ПНЛТ и в группе контроля
Figure 4. Electric current values (A, mJ) during PNLТ and in the control group

В 5-е сутки значения лейкоцитурии стремятся к дооперационным значениям.

Динамика показателей работы тока в послеоперационном периоде показана на рисунке 4. Значения колеблются от 45 до 65 мДж в 1-е сутки, характеризуются максимальным размахом на 3-и сутки и возвращаются к показателям группы сравнения на 5-е сутки.

Таким образом, при анализе уровней ИЛ-8 мочи, уровней лейкоцитурии и работы тока, по данным джоульметрии, выявлено достоверное повышение всех изучаемых параметров на 1-е сутки по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$). Значения изучаемых показателей характеризуются максимальным размахом на 3-и сутки и возвращаются к показателям группы контроля на 5-е сутки. При этом при отсутствии лейкоцитурии на 3-и сутки у большинства пациентов значения работы тока и уровень ИЛ-8 мочи остаются повышенными.

Обсуждение

В ближайшем послеоперационном периоде ПНЛТ может осложниться острым пиелонефритом большей или меньшей степени выраженности. Активность воспалительного процесса в почечной паренхиме определяется в общеклинической практике по уровню лейкоцитурии в моче, полученной из нефростомического дренажа [12]. Выраженность воспаления влияет как на тактику назначения антимикробной терапии, так и на сроки удаления нефростомического дренажа при сохраненном пассаже мочи.

В нашем исследовании с целью комплексной оценки активности воспаления в послеоперационном периоде мы применили исследование ИЛ-8. Данный маркер был выбран, исходя из его роли в качестве провоспалительного маркера [13, 14]. Установлено, что уровень ИЛ-8 в моче резко повышается при развитии острого пиелонефрита и коррелирует со степенью выраженности воспалительной реакции [3]. Принимая во внимание то, что исследование ИЛ-8 достаточно трудоёмко и требует оснащения лаборатории и определённого набора реактивов, мы дополнительно использовали показатель работы тока в межэлектродном пространстве датчика, заполненного мочой. Метод основывается на различии значений величин работы в случае воспаления и его отсутствии. Учитывая то, что в моче содержится множество органических веществ, которые, являясь слабыми электролитами, вносят свой вклад в общий показатель работы тока, его можно назвать интегральным.

У пациентов с пиелонефритом возможно проведение электрохимического исследования мочи джоульметрическим методом. При работе тока от 40,2 до 47,6 мДж определяют отсутствие воспалительного процесса, а при работе тока от 55,09 до 64,3 мДж определяют наличие воспалительного процесса [11].

Проанализировав полученные данные, мы провели наблюдение и удаление нефростом у 220 пациентов после подтверждения проходимости мочевых путей и при отсутствии значимых резидуальных фрагментов. Сроки удаления колебались от 3 до 5 суток в зависимости от полученных результатов ИЛ-8 в моче и джоульметрии. Ни в одном из перечисленных случаев по достижении уровня ИЛ-8 25 пг/мл и значений работы тока не выше 45 мДж мы не регистрировали возникновения активности пиелонефрита. При удалении нефростомического дренажа на значениях, превышающих данные цифры, мы регистрировали нарастание лейкоцитоза, что свидетельствовало об активности воспаления в почечной паренхиме.

На основании полученных результатов мы можем прогнозировать купирование воспаления и (в нашем случае) определять сроки оптимального удаления нефростомического дренажа после перкутанных вмешательств.

Ограничения исследования. Данное исследование имеет некоторые ограничения. Во-первых, это опыт одного центра и ограниченное количество наблюдений. Во-вторых, представляет интерес сравнение предложенного метода джоульметрии с динамикой других медиаторов воспаления, что делает целесообразными дальнейшие исследования в этом направлении.

Заключение

Джоульметрическое исследование позволяет определить активность пиелонефрита в послеоперационном периоде, что подтверждается общеклиническими обследованиями и определением ИЛ-8 как маркера воспаления. Применение метода позволяет оптимизировать сроки удаления дренажей в послеоперационном периоде ПНЛТ.

Список литературы | References

1. Ghani KR, Andonian S, Bultitude M, Desai M, Giusti G, Okhunov Z, Preminger GM, de la Rosette J. Percutaneous Nephrolithotomy: Update, Trends, and Future Directions. *Eur Urol*. 2016;70(2):382-396. DOI: 10.1016/j.eururo.2016.01.047
2. Wu WJ, Okeke Z. Current clinical scoring systems of percutaneous nephrolithotomy outcomes. *Nat Rev Urol*. 2017;14(8):459-469. DOI: 10.1038/nrurol.2017.71
3. Хотько А.И., Хотько Д.Н., Попков В.М., Тарасенко А.И. Оптимизация сроков проведения литотрипсии после дренирования верхних мочевых путей у пациентов с мочекаменной болезнью и обструктивной уропатией. *Вестник урологии*. 2021;9(3):62-69. Khotko A.I., Khotko D.N., Popkov V.M., Tarasenk A.I. Optimizing the lithotripsy timing after drainage of the upper urinary tract in patients with urolithiasis and obstructive uropathy. *Urology Herald*. 2021;9(3):62-69. (In Russian). DOI: 10.21886/2308-6424-2021-9-3-62-69
4. Григорьев Н.А., Семенякин И.В., Малхасян В.А., Гаджиев Н.К. Мочекаменная болезнь. *Урология*. 2016;(52):37-70. Grigor'ev N.A., Semenyakin I.V., Malhasyan V.A., Gadzhiev N.K. Urolithiasis. *Urologiya*. 2016;(52):37-70. (In Russian). eLIBRARY ID: 26006186 EDN: VXCKXF
5. Abbott JE, Deem SG, Mosley N, Tan G, Kumar N, Davalos JG. Are we fearful of tubeless percutaneous nephrolithotomy? Assessing the need for tube drainage following percutaneous nephrolithotomy. *Urol Ann*. 2016;8(1):70-75. DOI: 10.4103/0974-7796.162214
6. Lee JY, Kim KH, Kim MD, Chung DY, Cho KS. Intraoperative patient selection for tubeless percutaneous nephrolithotomy. *Int Surg*. 2014;99(5):662-668. DOI: 10.9738/INTSURG-D-13-00120.1
7. Crook TJ, Lockyer CR, Keoghane SR, Walmsley BH. Totally tubeless percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol*. 2008;22(2):267-271. DOI: 10.1089/end.2006.0034
8. Moosanejad N, Firouzian A, Hashemi SA, Bahari M, Fazli M. Comparison of totally tubeless percutaneous nephrolithotomy and standard percutaneous nephrolithotomy for kidney stones: a randomized, clinical trial. *Braz J Med Biol Res*. 2016;49(4):e4878. DOI: 10.1590/1414-431X20154878
9. Vesper J, Fajkovic H, Seitz C. Tubeless percutaneous nephrolithotomy: evaluation of minimal invasive exit strategies after percutaneous stone treatment. *Curr Opin Urol*. 2020;30(5):679-683. DOI: 10.1097/MOU.0000000000000802
10. Zilberman DE, Lipkin ME, de la Rosette JJ, Ferrandino MN, Mamoulakis C, Laguna MP, Preminger GM. Tubeless percutaneous nephrolithotomy--the new standard of care? *J Urol*. 2010;184(4):1261-1266. DOI: 10.1016/j.juro.2010.06.020
11. Патент РФ на изобретение № 2 812 228 C1, МПК G01N 33/48 (2006.01) G01N 33/487 (2006.01) G01N 33/493 (2006.01) Хотько Д.Н., Хотько А.И., Геращенко С.И., Попков В.М., Тарасенко А.И. Способ электрохимического определения наличия воспалительного процесса при калькулезном пиелонефрите. Ссылка активна на 6.11.2024. Patent RF na izobretenie № 2 812 228 C1, MPK G01N 33/48 (2006.01) G01N 33/487 (2006.01) G01N 33/493 (2006.01) Hot'ko D.N., Hot'ko A.I., Gerashhenko S.I., Popkov V.M., Tarasenko A.I. Sposob jelektrohimicheskogo opredelenija nalichija vospalitel'nogo processa pri kal'kuleznom pielonefrite. Available at November 11, 2024. (In Russian). URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=9b31a4bd692c8ee88aecd31fdded60993>
12. Teh KY, Tham TM. Predictors of post-percutaneous nephrolithotomy sepsis: The Northern Malaysian experience. *Urol Ann*. 2021;13(2):156-162. DOI: 10.4103/UA.UA_28_20
13. Al Rushood M, Al-Eisa A, Al-Attiah R. Serum and Urine Interleukin-6 and Interleukin-8 Levels Do Not Differentiate Acute Pyelonephritis from Lower Urinary Tract Infections in Children. *J Inflamm Res*. 2020;13:789-797. DOI: 10.2147/JIR.S275570
14. Krzemień G, Szmigielska A, Turczyn A, Pańczyk-Tomaszewska M. Urine interleukin-6, interleukin-8 and transforming growth factor β 1 in infants with urinary tract infection and asymptomatic bacteriuria. *Cent Eur J Immunol*. 2016;41(3):260-267. DOI: 10.5114/ceji.2016.63125

Сведения об авторах | Information about the authors

Дмитрий Николаевич Хотько — канд. мед. наук | **Dmitry N. Khotko** — Cand.Sc.(Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-7966-5181>; dnksar@list.ru

Хотько Анастасия Игоревна — канд. мед. наук | **Anastasia I. Khotko** — Cand.Sc.(Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-4569-9906>; pivovarova-nastya@ya.ru

Артём Игоревич Тарасенко — канд. мед. наук | **Artem I. Tarasenko** — Cand.Sc.(Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-3258-8174>; tar-art@ya.ru

Владимир Михайлович Попков — д-р мед. наук, профессор | **Vladimir M. Popkov** — DrSc. (Med.), Full Prof.
<https://orcid.org/0000-0003-2876-9607>; popkov.vm@staff.sgmu.u