© Коллектив авторов, 2000
УДК 616.63-073.26:616.613-002-036.12

О.В.Синяченко, В.Н.Казаков, М.В.Зяблицева, А.М.Белоконь, И.Н.Левада, К.С.Щербаков

ДИНАМИЧЕСКАЯ МЕЖФАЗНАЯ ТЕНЗИОМЕТРИЯ МОЧИ У БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМ ПИЕЛОНЕФРИТОМ

O.V.Sinyachenko, V.N.Kazakov, M.V.Zyablitseva, A.M.Belokon, I.N.Levada, K.S.Shcherbakov

DYNAMIC INTERPHASE TENSIOMETRY OF URINE IN PATIENTS WITH CHRONIC PYELONEPHRITIS

Донецкий государственный медицинский университет, Украина

РЕФЕРАТ

С помощью компьютерного тензиометра МРТ2 (LAUDA, Германия) изучены параметры динамического поверхностного натяжения (ПН) мочи у 58 больных с хроническим некалькулезным пиелонефритом (ХНПН) и у 54 с хроническим калькулезным пиелонефритом (ХКПН). Угол наклона кривой (УНК) тензиограмм мочи женщин при ХНПН и ХКПН существенно уменьшается, а ХНПН мужчин сопровождается увеличением этого показателя. Значения ПН мочи при времени существования поверхности, равному 1 с, угнетаются у больных женского пола с ХНПН, а у мужчин — с ХКПН. Параметры УНК тензиограмм мочи прямо коррелируют с продолжительностью заболевания и степенью почечной недостаточности. У пациентов с одной или одной функционирующей почкой резко нарастает УНК тензиограмм. Существуют определенные корреляционные связи параметров ПН с уровнем в моче протеинов, небелковых азотистых веществ и неорганических соединений.

Ключевые слова: хронический пиелонефрит, кровь, моча, тензиометрия.

ABSTRACT

Parameters of the dynamic surface tension of urine were studied in 58 patients with chronic noncalculous pyelonephritis (CNPN) and in 54 patients with chronic calculous pyelonephritis (CCPN) using a computer tensiometer MPT2 (LAUDA, Germany). The curve slope angle of urine tensiograms in CNPN and CCPN of women significantly decreases, while in men CNPN is accompanied by an increase of this index. Values of the urine surface tension at the time of the surface existence equal to 1 sec. are inhibited in females with CNPN and in males with CCPN. The parameters of the curve slope angle of urine tensiograms directly correlate with the disease duration and with the degree of renal insufficiency. The curve slope angle of the tensiogram sharply grows in patients with a single or a single functioning kidney. There exist certain correlative relationships of the surface tension parameters with the level of proteins, nonproteins nitric substances and inorganic components in urine.

Key words: chronic pyelonephritis, blood, urine, tensiometry.

ВВЕДЕНИЕ

Хронический пиелонефрит является самым частым заболеванием почек, которое нередко сопровождается разбалансировкой всех видов обмена веществ, появлением в моче ряда неорганических и органических соединений, обладающих поверхностно-активными (сурфактантными) или инактивными свойствами, которые способны влиять на состояние поверхностного натяжения (ПН) данной биологической жидкости [1, 5, 9, 11, 17]. По нашим данным [1, 17], хронический пиелонефрит характеризуется повышением в моче уровней β_2-микроглобулинурии и фибронектинурии, активности малатдегидрогеназы, лейцинаминопептидазы, γ-глютамилтранспептидазы, лактатдегидрогеназы, мурамидазы, N-ацетил-β-D-глюкозаминидазы и β-глюкуронидазы, которые коррелируют с уровнем общей протеинурии. Вследствие поражения канальцев процессы тубулярной реабсорбции белков у таких больных ослаблены, что измененяет сурфактантный состав мочи, тем самым влияя на состояние ее межфазных тензиограмм (показателей измерения динамического ПН).

В настоящее время диагностическое значение межфазной тензиометрии мочи показано у больных с первичным и волчаночным гломерулонефритом, причем выявлены особенности изменений этих физико-химических парамет-

ров при наличии нефротического синдрома и хронической почечной недостаточности [1, 3, 5, 10, 16]. Целью данной работы стало изучение динамического ПН мочи при хроническом некалькулезном (ХНПН) и хроническом калькулезном (ХКПН) пиелонефритах.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 112 больных с хроническим пиелонефритом в возрасте от 17 до 66 лет, среди которых у 58 человек установлен ХНПН, а у 54 — ХКПН. Диагноз базировался на данных лабораторного (клинического и бактериологического), ультразвукового (сонографии почек), рентгенологического (экскреторной урографии) и радиоизотопного (реографии) методах исследования. Среди больных с ХНПН было 20 (34,5%) мужчин и 38 (65,5%) женщин, а среди обследованных с ХКПН — соответственно, 22 (40,7%) и 32 (59,3%). В группе больных с ХНПН в возрасте до 30 лет обследованы 24 (41,4%) человек, 30–50 лет — 28 (48,3%), старше 50 лет — 6 (10,4%), а в группе с ХКПН — соответственно, 9 (16,7%), 21 (38,9%) и 24 (44,4%). Длительность заболевания до 5 лет отмечена у 18 (31,0%) больных с ХНПН и у 17 (31,5%) — с ХКПН, 5–10 лет — у 15 (25,9%) и 9 (16,7%), более 10 лет — соответственно, у 25 (43,1%) и 28 (51,9%). Снижение функции почек констатировано у 11 (18,9%) пациентов, страдающих ХНПН, и у 18 (33,3%) с ХКПН. Необходимо отметить, что пациенты с мочекаменной болезнью оказались более старших возрастных групп (χ^2=19,50, p<0,001), а различия в отношении развития хронической почечной недостаточности были недостоверны (χ^2=3,03, p>0,05).

Динамическое ПН мочи изучали с помощью компьютерного тензиометра MPT2 (LAUDA, Германия), принцип действия которого основан на методе максимального давления в пузырьке. Разделение интервала между пузырьками на так называемое мертвое время и период жизни поверхности определялось существованием критической точки зависимости давления от расхода воздуха (в ней происходил переход от пузырькового режима истечения газа из капилляра к струйному). Результаты ПН представлялись в виде тензиограмм (кривых зависимости ПН от времени t), на которых компьютер определял точки, соответствующие t=0,01 с (ПН1), t=1 с (ПН2) и t→∞ (ПН3). Последняя отражала равновесное (статическое) ПН. Кроме того, подсчитывали угол наклона кривой тензиограмм (УНК) в координатах $t^{-1/2}$ [4, 6, 12]. Диапазон анализируемой жизни поверхности составлял от 0,001 до 100 с, а абсолютная погрешность измерений не превышала 0,5 мН/м.

Контрольную группу обследованных составили 68 практически здоровых людей (35 мужчин и 33 женщины) в возрасте от 15 до 65 лет. Статистическую обработку полученных результатов провели на персональном компьютере IBM с использованием пакета стандартных программ Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Параметры динамических межфазных тензиограмм мочи у больных с хроническим пиелонефритом представлены в табл. 1, а наиболее типичные кривые — на рис. 1 и 2. Если УНК мочи женщин при ХНПН и ХКПН существенно уменьшается (соответственно, на 38,8% и 27,0%), то ХНПН у мужчин протекает с большим УНК тензиограмм (повышение на 29,9%). Представляют определенный интерес данные межфазной тензиометрии мочи в области t=1 с у больных разного пола: показатели ПН2 угнетаются у женщин с ХНПН (на 2,0%, p<0,05), а у мужчин — с ХКПН (на 3,0%, p<0,05). Сказанное диктует необходимость оценивать параметры ПН мочи при хроническом пиелонефрите с учетом принадлежности пациентов к тому или иному полу.

В общей группе больных с хроническим пиелонефритом ПН1 мочи коррелирует с ПН1 и ПН3 сыворотки крови (соответственно, r=+0,43 и r=+0,40). В свою очередь межфазные тензиограммы сыворотки в области коротких времен тесно связаны с ПН этой биологической жидкости при t=1 с (r=+0,74) и t→∞ (r=+0,58), а равновесное ПН — с ПН2

Таблица 1

Показатели динамического ПН мочи при ХНПН и ХКПН и у здоровых ($\bar{X}$±m)

Пол	Группы обследованных	Показатели ПН			
		ПН1, мН/м	ПН2, мН/м	ПН3, мН/м	УНК, мНм$^{-1}$ с$^{1/2}$
Мужчины	Больные с ХНПН	70,0±0,75	67,3±0,76	60,0±1,13	15,2±1,27*
	Больные с ХКПН	70,3±0,51	67,1±0,73*	59,5±1,19	11,6±1,34
	Здоровые	71,6±0,24	69,2±0,27	56,6±1,81	11,7±0,43
Женщины	Больные с ХНПН	71,2±0,32	67,6±0,51*	61,7±0,77	9,3±0,74*
	Больные с ХКПН	72,3±0,21	69,8±0,33	63,1±0,62*	11,1±0,47*
	Здоровые	71,5±0,21	69,3±0,32	61,1±0,36	15,2±0,54

* Различия между аналогичными показателями у больных и здоровых соответствующего пола статистически достоверны.

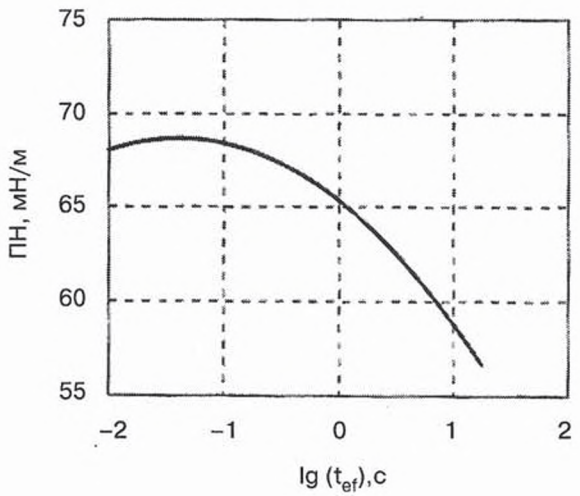

Рис. 1. Тензиограмма мочи мужчины 48 лет (ХКПН, ХПН-0).

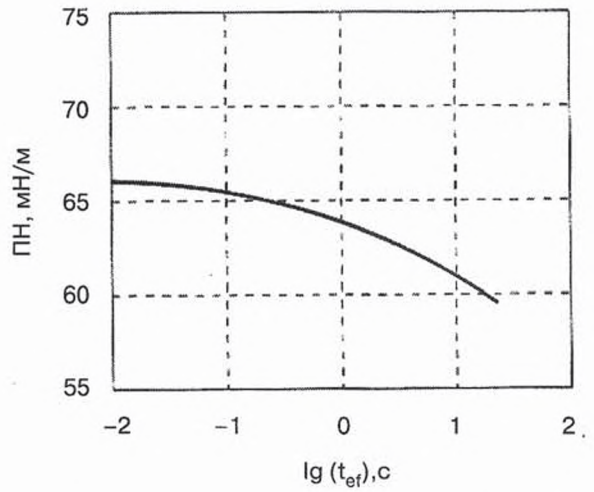

Рис. 2. Тензиограмма мочи женщины, 52 лет (ХНПН, ХПН-0).

(r=+0,68). Аналогичные зависимости имеют место и со стороны мочи. При ХКПН взаимоотношения показателей межфазных тензиограмм мочи и параметров ПН крови становятся еще более отчетливыми (лишь ПН2 мочи мало подчинено ПН1 крови), тогда как при ХНПН сохраняется только связь ПН обеих биологических жидкостей в области t=0,01 с.

УНК мочи прямо коррелирует с длительностью ХНПН (r=+0,52). Все остальные показатели динамической межфазной тензиометрии мочи (как у больных с ХНПН, так и с ХКПН) не зависят от возраста больных, продолжительности заболевания и уровня артериального давления.

ОБСУЖДЕНИЕ

Изменения in vitro pH раствора сывороточного альбумина в сторону закисления вызывают отчетливое уменьшение ПН1, ПН2 и ПН3 [13, 14, 19]. Если учесть, что у больных с ХКПН основным протеином мочи также является альбумин, а pH этой биологической жидкости чаще всего резко снижается (особенно при мочекислом уролитиазе), то мы вправе были ожидать при мочекаменной болезни уменьшенные значения межфазных тензиограмм мочи. Однако такие данные in vivo не подтвердились, хотя отмечена определенная зависимость равновесного ПН мочи от ее pH (r=−0,49).

Как видно из табл. 2, мочевая и щавелевая кислоты обладают довольно выраженными сурфактантными свойствами, угнетая ПН мочи, особенно в области коротких времен. Уровень мочевой кислоты в крови также очень тесно связан с состоянием ПН мочи, причем имеется обратная зависимость, а коэффициенты корреляции составляют от −0,47 при t→∞ до −0,78 при t=0,01 с.

Неорганические ионы повышают ПН растворов низкомолекулярных поверхностно-активных веществ [7, 15, 18]. Конечно, моча со-

Таблица 2

Корреляционные связи параметров динамического ПН мочи с лабораторными ее показателями у больных с хроническим пиелонефритом

Лабораторные показатели	Параметры ПН			
	ПН1	ПН2	ПН3	УНК
Протеинурия	О	О	О	О
Альбуминурия	↓	О	О	↑
Лейкоцитурия	О	О	О	О
Эритроцитурия	О	О	О	О
Уратурия	О	О	О	О
Оксалатурия	О	О	О	О
Бактериурия	О	О	О	О
Фибронектинурия	О	О	О	О
β_2-микроглобулинурия	О	О	О	О
Гликозаминогликанурия	О	О	↑	↓
Мочевинурия	О	О	О	О
Креатининурия	О	О	О	О
Урикурия	↓↓	↓	О	О
Оксипуринолурия	↓	О	О	О
Натрийурия	↓	↓	О	↓
Калийурия	О	О	↑	↑
Кальцийурия	О	О	О	О
Хлорурия	↑	↑	↑↑	О
Фосфорурия	О	О	О	О
Магнийурия	О	О	↓	О

Примечание. ↑ — положительная корреляционная связь; ↓ — отрицательная корреляционная связь; О — отсутствие корреляционной связи; один знак — r<0,5; два знака — r>0,5.

держит тоже множество таких сурфактантов, хотя их количество и разнообразие комбинаций ни в коей мере не могут быть сопоставимы с проведенными исследованиями in vitro. К тому же, представленные экспериментальные разработки не учитывают целый ряд присутствующих в моче высокомолекулярных поверхностно-активных веществ, концентрация которых при хроническом пиелонефрите часто изменяется в сторону увеличения или уменьшения. Хотя экстраполировать результаты межфазной тензиометрии таких модельных растворов на больного человека полностью невозможно, тем не менее, на наш взгляд, представляет определенный интерес изучение корреляционных связей уровня неорганических веществ в моче с параметрами их ПН (см. табл. 2).

У всех больных с хроническим пиелонефритом экскретируемая с мочой часть кальция выше, чем у здоровых людей. Имеется определенная зависимость данного показателя с активностью патологического процесса. Нужно отметить, что при мочекаменной болезни экскретируемая часть кальция еще больше возрастает, но уже теряется отчетливая закономерность зависимости параметров от активности ХКПН [2]. По нашим данным, как раз с уровнем кальциурии не выявлено каких бы то ни было существенных корреляционных связей значений динамического ПН мочи.

ПН1 мочи при хроническом пиелонефрите имеет определенную обратную зависимость от уровней альбумина (r=−0,39), мочевой кислоты (r=−0,55) и оксипуринола (r=−0,42) в этой биологической жидкости. Урикурия оказывает также свое влияние и на параметры динамических межфазных тензиограмм мочи в области средних времен существования поверхности (r=−0,43). Любопытно, что все изученные в моче соединения, которые при других заболеваниях почек являются сурфактантными или поверхностно-инактивными веществами [1], у больных с хроническим пиелонефритом не определяют состояние равновесного ПН (точнее будет сказать, что не определяют ПН мочи каждое из изученных соединений в отдельности). На показатели ПН также не влияет клеточный осадок мочи, в частности, уровень лейкоцит-, эритроцит-, урат-, оксалат- и бактериурии.

Снижение функции почек при ХНПН и ХКПН сопровождается значительным увеличением УНК тензиограмм мочи (соответственно, на 36,6% и 35,2%). По нашему мнению, подобная динамика межфазной тензиометрии может служить одним из прогнознегативных критериев дальнейшего течения заболевания. Нужно отметить, что особенности состояния динамических межфазных тензиограмм мочи при хронической почечной недостаточности могут зависеть от высокого уровня в этой биологической жидкости фибронектина и β2-микроглобулина, а также сниженных концентраций мочевины, креатинина, мочевой кислоты и оксипуринола [1, 5, 16, 17].

Помимо перечисленных факторов, ПН мочи могло определяться и содержанием в ней гликозаминогликанов. Известно, что у больных с ХНПН с сохраненной функцией почек концентрация гликозаминогликанов в моче возрастает примерно вдвое, а в случаях снижения функции почек — даже в 2,5—3 раза. С.Б.Павловым [8] выявлена положительная корреляция между уровнем гликозаминогликанов в моче и степенью лейкоцитурии (r=+0,54). Как было сказано выше, параметры динамических межфазных тензиограмм мочи никак не связаны с показателями лейкоцитурии, однако существует определенная зависимость равновесного ПН от уровня гликозаминогликанурии (r=+0,37), что особенно ярко проявляется у больных со сниженной функцией почек (r=+0,58).

Представляют интерес данные ПН мочи у больных с двумя и одной почками (в том числе и одной функционирующей почкой). Нефрэктомии на предыдущих этапах произведены в связи с гидронефрозом вследствие добавочного сосуда и по поводу уролитиаза. У пациенток с одной почкой возрастает УНК мочи, приближаясь к значениям у здоровых женщин. В целом, при хроническом пиелонефрите увеличение УНК тензиограмм мочи в процессе наблюдения за больными является неблагоприятным фактором.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, показатели динамического ПН мочи при ХНПН и ХКПН зависят от пола больных и коррелируют между собой. УНК тензиограмм мочи женщин при ХНПН и ХКПН существенно уменьшается, а ХНПН мужчин протекает с увеличением УНК. Показатели ПН2 угнетаются у больных женского пола с ХНПН, а у мужчин — с мочекаменной болезнью. Параметры УНК тензиограмм мочи прямо коррелируют с продолжительностью заболевания и степенью почечной недостаточности. У пациентов с одной или одной функционирующей почкой резко нарастает УНК тензиограмм. Существуют определенные корреляционные связи параметров ПН с уровнем в моче протеинов, небелковых азотистых веществ и неорганических соединений. Можно надеяться, что проведение динамической межфазной тензиометрии мочи при хроническом пиелонефрите будет способствовать повышению качества диагностики ХНПН и ХКПН, в интегральном

виде у такой категории больных быстро и точно контролировать эффективность лечебных мероприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Возианов А.Ф., Казаков В.Н., Синяченко О.В., Файнерман В.Б. Межфазная тензиометрия и реометрия в нефрологии.—Донецк: Изд-во мед. ун-та, 1999.—380 с.

2. Голод Е.А., Онищенко Н.А. Значение исследований реабсорбции кальция и способности плазмы крови ингибировать Са-АТФазную активность для диагностики активности воспалительного процесса и прогнозирования состояния канальцев у больных хроническим пиелонефритом // Урол. нефрол.—1994.—№ 2.—С. 19–21.

3. Казаков В.Н., Файнерман В.Б., Синяченко О.В. и др. Динамическое поверхностное натяжение крови и мочи при заболеваниях почек // Арх. клин. экспер. мед.—1995.—Т. 4, № 1.—С. 3–8.

4. Казаков В.Н., Миллер Р., Синяченко О.В. и др. Динамическая межфазная тензиометрия — новый метод изучения биологических жидкостей человека: Используемая техника // Вестн. нов. мед. технол.—1997.—Т. 4, № 4.—С. 100–103.

5. Казаков В.Н., Синяченко О.В., Файнерман В.Б., Миллер Р. Динамическое поверхностное натяжение биологических жидкостей в медицине.—Донецк: Изд-во мед. ун-та, 1997.—296 с.

6. Казаков В.Н., Синяченко О.В., Постовая М.В. и др. Межфазная тензиометрия биологических жидкостей: Вопросы теории, методы и перспективы использования в медицине // Арх. клин. экспер. мед.—1998.—Т. 7, № 1.—С. 5–12.

7. Казаков В.Н., Возианов А.Ф., Синяченко О.В. и др. Факторы, влияющие на динамические межфазные тензиограммы крови и мочи у здоровых людей // Арх. клин. экспер. мед.—1999.—Т. 8, № 8.—С. 19–24.

8. Павлов С.Б. Экскреция гликозаминогликанов с мочой у больных хроническим пиелонефритом и хроническим гломерулонефритом // Клин. мед.—1998.—№ 2.—С. 41–43.

9. Сидоренко И.А. Динамическая межфазная тензиометрия мочи при гломерулонефритах и пиелонефритах // Арх. клин. экспер. мед.—1998.—Т. 7, № 1.—С. 10–13.

10. Синяченко О.В., Казаков В.Н., Файнерман В.Б. и др. Динамическое поверхностное натяжение крови и мочи при хроническом гломерулонефрите // Врач. дело.—1997.—№ 1.—С. 48–51.

11. Синяченко О.В., Казаков В.Н., Файнерман В.Б. и др. Динамическое поверхностное натяжение крови и мочи у больных пиелонефритом // Здравоохр. Донбасса.—1997.—Т. 2, № 1.—С. 23–28.

12. Синяченко О.В., Казаков В.Н., Москаленко С.В. и др. Динамическая межфазная тензиометрия крови и мочи здоровых людей // Лаб. диагностика.—1998.—Т. 4, № 6.—С. 52–55.

13. Hansen F.K., Myrvold R. The kinetics of albumin adsorbtion to the air/water interface measured by automatic axisymmetric drop shape analysis // J. Coll. Interf. Sci.—1995.—Vol. 176.—P. 408–417.

14. Joos P. Dynamic surface phenomena.—Utrecht: VSP, 1999.—360 p.

15. Kalischewski K., Schugerl K. Investigation of protein foams obtained by bubbling // Coll. Polymer Sci.—1979.—Vol. 257.—P. 1099–1110.

16. Kazakov V.N., Sinyachenko O.V., Trukhin D.B., Pison U. Dynamic interfacial tensiometry of biologic liquids — does it have an impact on medicine // Coll. Surfac.—1998.—Vol. 143, № 2–3.—P. 441–459.

17. Kazakov V.N., Sinyachenko O.V., Fainerman V.B. Dynamic surface tensiometry in medicine.—Amsterdam: Elsevier, 2000.—P. 373.

18. Paulsson M., Dejmek P. Surface film pressure of β-Lactoglobulin, α-Lactalbumin and BSA at the air/water interface studied by Wilhelmy plate and drop volume // J. Coll. Interf. Sci.—1992.—Vol. 150.—P. 394–403.

19. Wustneck R., Kragel J., Miller R. et al. The adsorbtion of surface-active complexes between β-casein, β-lactoglobulin and ionic surfactants and their shear rheological behavior // Coll. Surfaces.—1996.—Vol. 114.—P. 255–265.

Поступила в редакцию 18.04.2000 г.