

© Синяченко О.В., Бевзенко Т.Б., Игнатенко Е.Г., 2012

УДК 616.2.4-07-085:579.087.9+616.15-073.178

**О.В.СИНЯЧЕНКО, Т.Б.БЕВЗЕНКО, Е.Г.ИГНАТЕНКО**  
**АДСОРБЦИОННО-РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЧИ**  
**ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ**

*O.V.SYNIACHENKO, T.B.BEVZENKO, K.G.IGNATENKO*  
**ADSORPTIVE-RHEOLOGICAL PROPERTIES OF URINE**  
**OF HEALTHY PEOPLE**

Медицинский национальный университет им. М.Горького, г. Донецк

**Ключевые слова:** моча, адсорбция, реология, здоровые люди.

**Резюме.** Розроблено і запропоновано для впровадження в нефрологічну практику новий метод обстеження хворих із захворюваннями нирок – визначення адсорбційно-реологічних властивостей сечі, який залежить від статі й віку людей. Фізико-хімічні параметри сечі (динамічний поверхневий натяг, в'язкоеластичність, поверхневі пружність та в'язкість, кут нахилу і фазовий кут тензіореограм) корелюють між собою та окремими показниками сироватки крові, а статевий диморфізм таких взаємовідношень стосується міжфазної активності при коротких часах існування поверхні та інтегрального адсорбційного коефіцієнту.

**Summary.** The new method of examination of patients with kidney diseases was developed and proposed for implementation in nephrology practice – the determination of adsorptive and rheological properties of urine, which are depend on the age and sex of people. Physical-chemical parameters of urine (dynamic surface tension, viscoelasticity, surface elasticity and viscosity, angle inclination and phase angle of tenzioreogramms) correlate with each other and with separate rates of serum, and sexual dimorphism of these relationships regards to the interfacial activity in the short-lived surfaces and the integral coefficient of the adsorption.

**ВВЕДЕНИЕ**

Естественно, не имея никакого представления о понятии физико-химических свойствах биологических жидкостей, великий Гиппократ указывал на связь появляющихся пузырьков в моче с наличием заболевания почек. Сейчас формирование воздушных пузырьков объясняют состоянием поверхностного натяжения (ПН) мочи, на что влияет содержание в ней таких поверхностно-активных (сурфактанты) и поверхностно-неактивных (инсурфактанты) веществ, как протеины, небелковые азотистые продукты, неорганические электролиты и пр. [9].

С помощью динамической межфазной (адсорбционной) тензиометрии (метод максимального давления в пузырьке, компьютерные регистрирующие приборы «МРТ1-Lauda» и «МРТ2-Lauda») нам впервые у здоровых людей удалось измерить ПН мочи при разных временах существования поверхности (0,01 сек, 1 сек, 100 сек) [3], а затем доказать диагностическую значимость этого интегрального высокоточного мето-

да при различных гломерулярных заболеваниях почек, связь с характером и тяжестью морфологических изменений нефроструктур (клубочков, канальцев, стромы) [2, 4, 5]. Тогда же в зарубежной литературе появились первые сведения о перспективности изучения статического (при «времени жизни», стремящемся к бесконечности) и динамического ПН мочи для контроля за эффективностью лечебных мероприятий у больных уролитиазом [11, 16].

Разработка метода анализа формы осесимметричных капель, реализованного в компьютерном тензиореометре «ADSA-Toronto», позволила оценить вязкоэластичные и релаксационные свойства мочи (т.е., частично, поверхностно-реологические) у здоровых людей и больных с различными заболеваниями почек в зависимости от их функционального состояния и наличия нефротического синдрома [1, 13, 19]. Наконец, внедрение в клиническую практику метода осциллирующей капли (прибор «PAT2-Sinterface») дало возможность определять отдельно вязкие и упругие поверхностные параметры сыворотки крови [14, 15]. Имеются данные, что объемная вязкость мочи, как показатель реологии, прямо коррелирует со значениями аналогичного биофизического теста плазмы крови, увеличивается согласно повышению мочевых концентраций небелковых азотистых продуктов [18].

**ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ:** впервые изучить адсорбционно-реологические свойства

**Синяченко Олег Владимирович**  
тел.: (062) 295-70-27, 295-65-12

мочи (АРСМ) у здорових людей різного пола і віксту, оцннть взаємосвязь показателів мнжу собою і с аналогічними параметрами в сыворотке крови.

**МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ.** Обследовані 45 практичеськи здорових людей в віксту 18-56 лет (в среднем  $34,9 \pm 2,08$  лет), среди которых было 46,7% мужчин в віксту  $35,2 \pm 3,05$  лет и 53,3% женщин в віксту  $34,6 \pm 2,91$  лет. Межфазную тензиореометрию мочи и сыворотки крови проводили с использованием компьютерных аппаратов «MPT2-Lauda» (Германия), «ADSA-Toronto» (Италия-Германия-Канада) и «PAT2-Sinterface» (Германия), изучали ПН при  $t=0,01$  сек ( $\sigma_{0,01}$ ), при  $t=1$  сек ( $\sigma_1$ ), при  $t=100$  сек ( $\sigma_{100}$ ), а также равновесное (статическое) ПН при  $t \rightarrow \infty$  ( $\sigma_\infty$ ), модуль вязкоэластичности ( $\epsilon$ ), время релаксации ( $\tau$ ), поверхностные упругость ( $\rho$ ) и вязкость ( $\mu$ ), угловые коэффициенты реальной и мнимой вязкоупругости (соответственно  $v$  и  $\omega$ ). В наших исследованиях применялась быстрая стрессовая деформация расширения поверхности (при времени ее существования, равном 1200 сек или 1800 сек). После расширения капли ПН медленно релаксировало, т.е. возвращалось к своему первоначальному значению. Релаксационные свойства характеризовали способность монослоя восстанавливать исходное состояние биологической жидкости [13-15, 19]. Мы подсчитывали соотношение  $\sigma_\infty / \sigma_{0,01}$  ( $\zeta$ ), разницу между  $\sigma_{100}$  и  $\sigma_\infty$  ( $\delta$ ), угол наклона ( $\lambda$ ) и фазовый угол тензиореограмм ( $\phi$ ), их соотношение ( $\kappa$ ).

Интегральный адсорбционный коэффициент ( $\chi$ ) определяли по формуле:

$\chi = (\epsilon : \sigma_\infty \times 100) : (\lambda : \phi \times 100)$ , а интегральный угловой коэффициент вязкоупругости ( $v$ ) оценивали по формуле:

$$v = \sqrt{\frac{\omega^2 \times 100}{v}}$$

Статистическая обработка полученных результатов исследований проведена с помощью компьютерного вариационного, корреляционного, одно- (ANOVA) и многофакторного (ANOVA/MANOVA) дисперсионного анализа (программы «Microsoft Excel» и «Statistica-StatSoft», США). Оценивали средние значения (M), их ошибки (m), коэффициенты корреляции (r), дисперсии (D), Стьюдента (t), Уилкоксона-Рао (WR) и достоверность статистических показателей (p).

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Показатели АРСМ у здоровых людей представлены в табл. 1, а типичные тензиореограммы мочи, выполненные на «ADSA-Toronto» и «PAT2-Sinterface», нашли свое отражение соответственно на рис. 1 и 2. По данным многофакторного дисперсионного анализа отмечается высокодостоверное ( $p < 0,001$ ) влияние пола и віксту людей на интегральные показатели АРСМ, а также отдельно на адсорбционное и реологическое состояние мочи (соответственно АСМ и РСМ).

Таблица 1

Показатели АРСМ у здоровых людей різного пола (M±m)

Показатели АРСМ	Группы обследованных		
	все (n=45)	мужчины (n=21)	женщины (n=24)
$\sigma_{0,01}$ , мН/м			
$\sigma_1$ , мН/м	70,9±0,19	69,8±0,15	71,8±0,14 *
$\sigma_{100}$ , мН/м	68,0±0,48	65,2±0,54	70,5±0,20 *
$\sigma_\infty$ , мН/м	60,2±1,02	54,0±1,03	65,7±0,35 *
$\zeta$ , %	46,2±0,51	44,0±0,34	48,2±0,70 *
$\delta$ , мН/м	65,2±0,66	63,1±0,40	67,1±1,06 *
$\lambda$ , мН/м—1×сек <sup>1/2</sup>	14,2±0,80	10,4±0,89	17,5±0,82 *
$\phi$ , мН/м—1×сек <sup>1/2</sup>	17,3±1,34	22,3±2,29	12,8±0,78 *
$\kappa$ , %	101,2±5,29	77,8±6,06	121,1±5,86 *
$\chi$ , о.е.	20,8±1,94	30,6±2,43	12,2±1,47 *
$\rho$ , мН/м	3,3±0,35	1,5±0,10	4,9±0,44 *
$\mu$ , мН/м	37,2±1,60	34,2±2,30	39,8±2,12
$\epsilon$ , мН/м	7,8±0,60	7,6±0,97	8,0±0,74
$\tau$ , сек	20,3±0,78	19,2±1,50	21,3±0,64
$v$ , град	327,0±20,77	291,0±29,26	358,5±28,34
$v$ , о.е.	9,4±0,85	10,1±1,25	8,8±1,17
	3,6±0,81	5,8±1,61	1,6±0,21 *

\* Различия между отдельными аналогічними показателями у мужчин и женщин статистически достоверны.

Однофакторный дисперсионный анализ свидетельствует о достоверной зависимости от пола обследованных лиц параметров  $\sigma_{\infty}$ ,  $\zeta$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$ ,  $\varphi$ ,  $\kappa$ ,  $\chi$ ,  $\rho$ ,  $\mu$  и  $\nu$  мочи. По сравнению с женщинами, у мужчин достоверно (на 74%) увеличиваются параметры  $\lambda$ , в 2,5 раза значения  $\kappa$  и в 3,6 раза  $\nu$ . Половой диморфизм состояния АРСМ проявляется более высокими значениями у женщин  $\sigma_{0,01}$ ,  $\sigma_1$ ,  $\sigma_{100}$ ,  $\sigma_{\infty}$ ,  $\zeta$ ,  $\delta$ ,  $\varphi$  и  $\chi$ . Установлено, что гендерное влияние не касается показателей динамического ПН, вязкоэластичных и релаксационных свойств мочи.

По результатам ANOVA, только  $\delta$  и  $\varepsilon$  дисперсионно не связаны с возрастом людей. Корреляционный анализ указывает на достоверную прямую связь с возрастом показателя  $\kappa$ , а обратную – значений  $\varphi$  и  $\nu$ . У мужчин с возрастом возрастают параметры  $\sigma_1$ ,  $\sigma_{100}$ ,  $\sigma_{\infty}$ ,  $\zeta$ ,  $\chi$ ,  $\rho$ ,  $\mu$ ,  $\varepsilon$  и  $\nu$ , но уменьшаются показатели  $\tau$  и  $\upsilon$ . У женщин изменяются значения  $\sigma_1$ ,  $\sigma_{100}$  и  $\varepsilon$ , а корреляционные связи имеют противоположную (обратную) направленность (табл. 2).

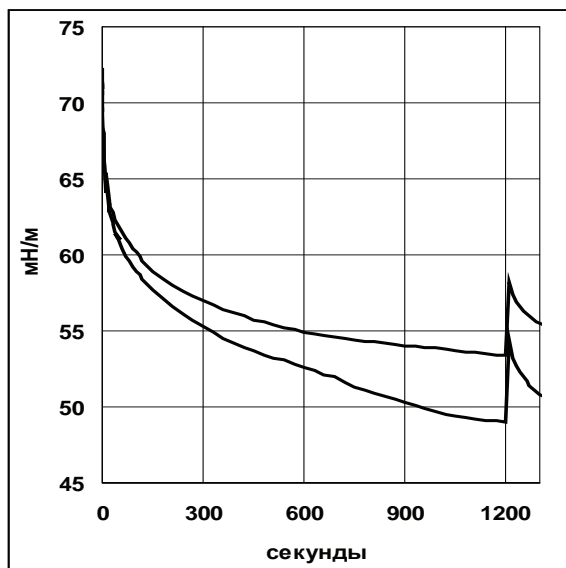


Рис. 1. Тензиореограммы мочи здоровых людей (верхняя – мужчина 50 лет, нижняя – мужчина 20 лет)

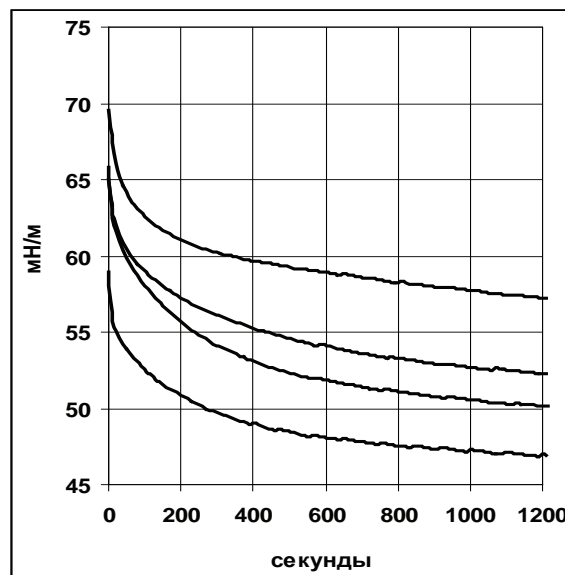


Рис. 2. Тензиореограммы мочи здоровых людей (две верхние – женщины, две нижние – мужчины).

Таблица 2.

**Корреляционные связи показателей АРСМ с возрастом здоровых мужчин и женщин**

Показатели АРСМ	Пол обследованных			
	мужчины		женщины	
	г	р	г	р
$\sigma_{0,01}$	+0,430	0<052	-0,629	0,001
$\sigma_1$	+0,893	<0,001	-0,765	<0,001
$\sigma_{100}$	+0,480	0,028	-0,661	<0,001
$\sigma_{\infty}$	+0,582	0,006	+0,115	0,592
$\zeta$	+0,566	0,008	+0,184	0,389
$\delta$	+0,238	0,299	-0,379	0,068
$\lambda$	-0,019	0,934	+0,213	0,317
$\varphi$	-0,275	0,228	-0,388	0,061
$\kappa$	+0,381	0,088	+0,403	0,052
$\chi$	+0,474	0,030	-0,199	0,349
$\rho$	+0,678	0,001	-0,402	0,053
$\mu$	+0,497	0,022	-0,207	0,333
$\varepsilon$	+0,665	0,001	-0,537	0,007
$\tau$	-0,556	0,009	+0,183	0,392
$\nu$	+0,508	0,019	-0,117	0,587
$\upsilon$	-0,722	<0,001	+0,006	0,979

В табл. 3 представлена достоверность корреляций отдельных параметров АСМ и РСМ. Отсутствуют достоверные взаимоотношения  $\delta$  с составляющими реологических свойств мочи. Уровень  $\nu$  обратно коррелирует с динамическим ПН ( $\sigma_{0,01}$ ,  $\sigma_1$ ,  $\sigma_{100}$ ,  $\sigma_\infty$ ,  $\zeta$ ) и  $\chi$ . Кроме того, значения  $\sigma_{0,01}$  мочи прямо связаны с  $\rho$ ,  $\sigma_1 - c \rho$ ,  $\mu$  и  $\varepsilon$ ,  $\sigma_\infty -$  только с  $\varepsilon$ ,  $\zeta$  и  $\lambda -$  лишь с  $\tau$ ,  $\phi$  и  $\kappa - c \mu$ ,

$\tau$  и  $\nu$ ,  $\chi - c \tau$  и  $\nu$ . У мужчин и женщин общностью достоверных корреляций (или общностью их отсутствия) в отношении РСМ можно считать такие значения АСМ, как  $\sigma_1$ ,  $\sigma_{100}$ ,  $\sigma_\infty$ ,  $\zeta$ ,  $\delta$ ,  $\phi$  и  $\kappa$ , тогда как в группе мужчин  $\sigma_{0,01}$  коррелирует с  $\mu$ ,  $\tau$  и  $\nu$ , а в женской группе обследованных — с  $\varepsilon$  и  $\nu$ , соответственно  $\lambda - c \rho$ ,  $\varepsilon$ ,  $\nu$  и с  $\mu$ ,  $\tau$ ,  $\nu$ , соответственно  $\chi - c \mu$ ,  $\nu$  и с  $\tau$ ,  $\nu$ .

Таблица 3

**Корреляционные связи между отдельными показателями адсорбционных и реологических свойств мочи у здоровых людей**

Показатели АСМ	Показатели РСМ					
	$\rho$	$\mu$	$\varepsilon$	$\tau$	$\nu$	$\nu$
$\sigma_{0,01}$	↑⊗	—	—	—	—	↓⊗
$\sigma_1$	↑⊗	↑⊗	↑⊗	—	—	↓⊗
$\sigma_{100}$	—	—	—	—	—	↓⊗
$\sigma_\infty$	—	—	↑⊗	—	—	↓⊗
$\zeta$	—	—	—	↑⊗	—	↓⊗
$\delta$	—	—	—	—	—	—
$\lambda$	—	—	↑⊗	—	—	—
$\phi$	—	↓⊗	—	↑⊗	↓⊗	—
$\kappa$	—	↑⊗	—	↓⊗	↑⊗	—
$\chi$	—	—	—	↑⊗	↓⊗	↓⊗

↑⊗ достоверная прямая корреляционная связь, ↓⊗ достоверная обратная корреляционная связь, — отсутствие корреляционной связи.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Необходимо отметить, что наши предыдущие исследования [1, 2, 13, 19] свидетельствуют о том, что ПН при «коротких временах» существования поверхности ( $\sigma_{0,01}$ ,  $\sigma_1$ ) определяется уровнями в моче низкомолекулярных сурфактантов, а при «длинных временах» ( $\sigma_{100}$ ,  $\sigma_\infty$ ) — высокомолекулярных поверхностноактивных веществ (например, фибронектина,  $\beta_2$ -микроглобулина). По нашим данным, гендерные особенности АРСМ зависят от уровня в моче эйкозаноидов (простаноиды, жирные оксикислоты, лейкотриены), нелипидных (пальмитиновая и гиалуроновая кислоты) и небелковых азотистых компонентов (нитриты, мочевины, креатинин, мочевины). У мужчин особенности сурфактантных компонентов мочи приводят в большей степени к изменению перемещения и мобилизации поверхностно-активных молекул из глубже лежащего слоя в наружный.

Следует подчеркнуть, что показатели адсорбционно-реологических свойств сыворотки крови у здоровых людей разного пола не отличаются между собой и в среднем составляют:  $\sigma_{0,01}=73,0\pm 0,29$  мН/м,  $\sigma_1=6,8\pm 0,20$  мН/м,  $\sigma_{100}=56,5\pm 0,53$  мН/м,  $\sigma_\infty=42,7\pm 0,28$  мН/м,  $\zeta=58,5\pm 0,48$  %,  $\delta=13,8\pm 0,60$  мН/м,  $\lambda=17,8\pm 0,72$  мН/м-1×сек/2,  $\phi=45,6\pm 8,04$  мН/м-1×сек/2,  $\kappa=15,6\pm 1,44$  %,  $\chi=5,6\pm 0,62$  о.е.,  $\rho=42,8\pm 0,69$

мН/м,  $\mu=15,5\pm 0,24$  мН/м,  $\varepsilon=23,7\pm 1,05$  мН/м,  $\tau=114,0\pm 3,21$  сек,  $\nu=21,0\pm 0,33$  град,  $\nu=3,0\pm 0,32$  о.е.

Посравнению показателей адсорбционно-реологических свойств сыворотки крови, в моче здоровых людей достоверно выше значения  $\sigma_{100}$  (на 7%),  $\sigma_\infty$  (на 8%),  $\zeta$  (на 12%),  $\kappa$  (на 33%) и  $\tau$  (в 2,9 раза), но при этом меньше уровни  $\sigma_{0,01}$  (на 3%),  $\phi$  (на 30%),  $\chi$  (на 41%),  $\rho$  (на 13%),  $\mu$  (на 50%),  $\varepsilon$  (на 14%) и  $\nu$  на 55%. Параметры  $\sigma_1$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$  и  $\nu$  в таких биологических жидкостях здоровых лиц между собой не отличаются.

В отличие от взрослых людей для детского возраста мало типичны корреляционные связи между отдельными показателями адсорбционно-реологических свойств мочи и крови, однако у девочек имеет место зависимость  $\sigma_{0,01}$ ,  $\sigma_1$  и  $\sigma_{100}$  мочи от  $\sigma_\infty$  крови [13]. У детей  $\sigma_{0,01}$  и  $\rho$  мочи выше, чем у взрослых. Половые различия у детей касаются лишь параметров тензиореограмм мочи в области коротких времен существования поверхности и поверхностной вязкоупругости (в группе мальчиков показатели значительно выше, чем в группе девочек). Если  $\lambda$  и  $\varepsilon$  тензиореограмм мочи к четвертому десятилетию жизни людей постепенно увеличивается и затем практически остается без изменений, то такие же показатели сыворотки крови с возрастом постоянно уменьшаются.

На адсорбционно-реологические свойства модельных растворов и сыворотки крови здоровых людей оказывают влияние уровни в данных жидкостях липидов (холестерин, триглицериды, фосфолипиды, липопротеиды низкой плотности, аполипопротеиды А1 и В), протеинов (альбумин, фибриноген, фибронектин, иммуноглобулин-Г), пептидов, полисахаридов, ферментов (карбоангидраза, мурамидаза, рибонуклеаза, химотрипсин) и стойких продуктов метаболизма системы оксида азота [6-8, 10, 12, 17]. Многие из этих веществ могут определять АРСМ, что гипотетически будет полезным в клинической нефрологической практике.

В заключение следует отметить, что динамическая межфазная тензиореометрия растворов различных органических и неорганических веществ *in vitro*, являющихся компонентами мочи, в настоящее время выполняется в основном в области больших времен (10 сек и более), тогда как практический интерес для нефрологии имеют быстропротекающие процессы в концентрированных растворах. Пока еще установлено ограниченное число общих закономерностей динамического адсорбционного поведения белков, небелковых азотистых продуктов и неорганических электролитов на границе фаз в индивидуальных и смешанных растворах, особенно в условиях разных рН, однако эти сведения уже сейчас могут быть определенной базой для анализа динамических тензиореограмм реальной мочи.

#### ВЫВОДЫ:

1. АРСМ зависят от пола и возраста людей, причем гендерные особенности преимущественно касаются равновесного (статического) ПН, а в меньшей степени поверхностных вязких, упругих, вязкоэластичных и релаксационных свойств.
2. С возрастом увеличиваются показатели к мочи, но уменьшаются значения  $\phi$  и  $\psi$ , а состояние межфазной активности этой биологической жидкости у мужчин и женщин имеет разнонаправленную корреляционную связь.
3. Параметры АСМ и РСМ коррелируют между собой и с отдельными физико-химическими показателями адсорбционно-реологических свойств сыворотки крови, а половой диморфизм таких взаимоотношений касается ПН при коротких временах существования поверхности и интегрального адсорбционного коэффициента.
4. АРСМ зависит от концентраций в моче сурфактантов и поверхностно-неактивных веществ, в частности, от содержания отдельных протеинов, небелковых азотистых продуктов, липидов, пептидов, полисахаридов, неорганических электролитов.

5. В перспективе интегральная оценка АРСМ будет полезной для быстрой и надежной дифференциальной диагностики заболеваний почек, для оценки почечных функций, прогнозирования характера течения патологического процесса, контроля за эффективностью терапевтических медикаментозных мероприятий, проведения качественного наблюдения за больными при лечении диализными методами и в посттрансплантационном периоде.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Возианов А.Ф., Казаков В.Н., Синяченко О.В., Файнерман В.Б. Межфазная тензиометрия и реометрия в нефрологии.-Донецк: Из-во медунивер., 1999.-380 с.
2. Казаков В.Н., Синяченко О.В., Файнерман В.Б. Динамическое поверхностное натяжение биологических жидкостей в медицине.- Донецк: Из-во медуниверситета, 1997.-296 с.
3. Синяченко О.В., Казаков В.Н., Файнерман В.Б., Баринов Э.Ф. Динамическое поверхностное натяжение биологических жидкостей здоровых людей // *Арх. клин. эксперимент. мед.*-1996.-Т.5, №1.-С.3-6.
4. Синяченко О.В., Казаков В.Н., Баринов Э.Ф., Файнерман В.Б. Динамическое поверхностное натяжение крови и мочи при хроническом гломерулонефрите // *Лік. справа.*-1997.-№1.-С.48-51.
5. Синяченко О.В., Егудина Е.Д., Степанова Н.М., Белоконь А.М. Изменения динамического поверхностного натяжения мочи при волчаночном гломерулонефрите // *Лік. справа.*-2001.-№4.-С.63-66.
6. Acosta E.J., Policova Z., Lee S., Dang A. Restoring the charge and surface activity of bovine lung extract surfactants with cationic and anionic polysaccharides // *Biochim. Biophys. Acta.*-2010.-Vol.1798, N5.-P.882-890.
7. Baldursdottir S.G., Fullerton M.S., Nielsen S.H., Jorgensen L. Adsorption of proteins at the oil/water interface – observation of protein adsorption by interfacial shear stress measurements // *Colloids Surf. B. Biointerfaces.*-2010.-Vol.79, N1.-P.41-46.
8. Bor-Kucukatay M., Keskin A., Akdam H., Kabukcuhioglu S. Effect of thrombocytapheresis on blood rheology in healthy donors: Role of nitric oxide // *Transfus. Apher. Sci.*-2008.-Vol.39, N2.-P.101-108.
9. Diskin C.J., Stokes T.J., Dansby L.M., Carter T.B. Surface tension, proteinuria, and the urine bubbles of Hippocrates // *Lancet.*-2009.-Vol.355, N9207.-P.901-902.
10. Farver R.S., Mills F.D., Antharam V.C., Chebukati J.N. Lipid polymorphism induced by surfactant peptide SP-B(1-25) // *Biophys. J.*-2010.-Vol.99, N6.-P.1773-1782.
11. Ivanova M., Georgiev G. Urine surface tension in patients with urolithiasis treated with pharmlite // *Biofizika.*-2002.-Vol.47, N3.-P.568-569.

12. Katayama Y., Horigome H., Takahashi H., Tanaka K. Determinants of blood rheology in healthy adults and children using the microchannel array flow analyzer // Clin. Appl. Thromb. Hemost.-2010.-Vol.16, N4.-P.414-421.
  13. Kazakov V.N., Syniachenko O.V., Fainerman V.B. Dynamic surface tensiometry in medicine.- Amsterdam: Elsevier, 2000.-373 p.
  14. Kazakov V.N., Fainerman V.B., Kondratenko P.G., Syniachenko O.V. Dilational rheology of serum albumin and blood serum solutions as studied by oscillating drop tensiometry // Colloids Surf. B. Biointerface.-2008.-Vol.62, N1.-P.77-82.
  15. Kazakov V.N., Knyazevich V.M., Syniachenko O.V., Fainerman V.B. Interfacial rheology of biological liquids: application in medical diagnostics and treatment monitoring.- Interfacial rheology / Ed. R.Miller, L.Liggieri.-Brill: Leiden-Boston, 2009.-P.519-566.
  16. Nakagawa Y. Properties and function of nephrocalcin: mechanism of kidney stone inhibition or promotion // Keio J. Med.-1997.-Vol.46, N1.-P.1-9.
  17. Park Y.J., Park C.W., Park K.B., Roh Y.N. Inference from clinical and fluid dynamic studies about underlying cause of spontaneous isolated superior mesenteric artery dissection // J. Vasc. Surg.-2011.-Vol.53, N1.-P.80-86.
  18. Rowat A., Smith L., Graham C., Lyle D. A pilot study to assess if urine specific gravity and urine colour charts are useful indicators of dehydration in acute stroke patients // J. Adv. Nurs.-2011.-Vol.67, N9.-P.1976-1983.
  19. Syniachenko O.V., Trukhin D.V., Kazakov V.N., Lylyk S.V. Dynamic surface tension and surface rheology of biological liquids // Coll. Surf. Biointerface.-2001.-Vol.21.-P.231-238.
- Надійшла до редакції 04.12.2011  
Прийнята до друку 22.12.2011

© Кундін В.Ю., 2012

УДК: 616.61-002.3-053.2:[616.61-008-073:57.088.6

В.Ю. КУНДІН

**КОМПЛЕКСНА РАДІОНУКЛІДНА ОЦІНКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ  
ПОРУШЕНЬ НИРОК ПРИ ГОСТРОМУ ПІЄЛОНЕФРИТІ У ДІТЕЙ  
В ДИНАМІЦІ ПАТОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**

V.U.KUNDIN

**COMPLEX RADIONUCLIDE EVALUATION OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL  
KIDNEYS DISORDERS OF CHILDREN WITH ACUTE PYELONEPHRITIS  
IN THE DYNAMIC OF PATHOLOGY PROCESS**

ДУ «Інститут нефрології НАМН України», Київ

**Ключові слова:** гострий пієлонефрит, сцинтиграфія нирок, непрямая радіонуклідна ангіографія, динамічна реносцинтиграфія, статична реносцинтиграфія, нефротропні радіофармацевтичні препарати, діти.

**Резюме.** Острый пиелонефрит (ОПН) у детей является наиболее важным и сложным среди микробно-воспалительных заболеваний почек. Нарушения функционального состояния почек при ОПН оценивают в основном по клинико-лабораторным критериям, которые не всегда обладают высокой информативностью. Более информативными являются сцинтиграфические исследования почек с нефротропными радиофармацевтичными препаратами (НРФП).

**Матеріал і методи.** Проведені реносцинтиграфічні дослідження з різними НРФП при ОПН у 93 дітей в віці від 5 до 16 років. 45 дітей знаходилися в активній стадії захворювання і 48 дітей в стадії ремісії. Сцинтиграфічні дослідження проводили на гамма-камері ОФЕКТ-1 з використанням НРФП –  $^{99m}\text{Tc}$ -ДТПА,  $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфат (ПФ),  $^{99m}\text{Tc}$ -МАГЗ,  $^{99m}\text{Tc}$ -ЕС і  $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА.

**Результати і їх обговорення.** Изменения гемодинамики почек при ОПН представлены признаками венозного застоя за счет отека паренхимы. Основной процесс происходит в паренхиме почек, о чем свидетельствует задержка НРФП в паренхиме и замедление экскреторных процессов. Нарушения фильтрационной способности почек наблюдаются у всех пациентов независимо от стадии ОПН с поражением обеих почек патологическим процессом. Наличие участков воспаления почечной паренхимы определяется у 40,8% пациентов.

**Выводы.** Наибольшей информативностью при первичных обследованиях детей с ОПН РФП обладают такие НРФП как  $^{99m}\text{Tc}$ -ДТПА и  $^{99m}\text{Tc}$ -ПФ, при мониторинговых -  $^{99m}\text{Tc}$ -МАГЗ и  $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА.

**Summary.** Children's acute pyelonephritis (APN) is the most important and difficult among microbes-in-

**Кундін Велерій Юрійович**  
тел. (044)