

УДК 612.46.015.3

Велика А. Я.

ОСОБЛИВОСТІ ІОНО- ТА КИСЛОТОРЕГУЛЮВАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ НИРОК ЗА УМОВ ФІЗІОЛОГІЧНОЇ НОРМИ ТА СОЛЬОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Вищий державний навчальний заклад України
«Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці

velyka.alla@bk.ru

Проведені дослідження показали, що при обох видах сольового навантаження виникали зміни показників функціональної діяльності нирок. Збільшення концентрації та екскреції натрію було, можливо, в першу чергу наслідком зменшення його канальцевої реабсорбції. Хоча одночасно, судячи зі змін екскреції креатиніну та при розрахунках клубочкової фільтрації у тварин, яким вводили NaCl, зростала також клубочкова фільтрація з одночасним збільшенням фільтраційного заряду натрію. Ці зміни функціональної діяльності нирок при сольовому навантаженні, можливо, пов'язані з тим, що після сольового навантаження в організмі тварин зростає концентрація натрію у крові та підвищується осмолярність. Слід відмітити, що при дослідженні кислоторегулювальної функції нирок щурів при сольовому навантаженні практично не змінилися показники рН сечі, зниження відбувалося тільки при 0,75%. Підвищувався показник екскреції аміаку та титрованих кислот щодо контролю при обох видах сольового навантаження.

Сольове навантаження призводить до зростання концентрації та екскреції іонів калію, натрію, збільшення екскреції аміаку та титрованих кислот. Зміни функцій нирок реалізуються на рівні канальцевої реабсорбції та активації секреції, не залежать від пошкодження нирок.

Ключові слова: нирки; іоно- та кислоторегулювальна функції; фільтрація; реабсорбція; секреція.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дана робота є фрагментом планової науково-дослідної роботи Буковинського державного медичного університету (м. Чернівці) «Стресіндуковані морфофункціональні та біохімічні зміни структур хроноперіодичної і гепаторенальної систем у ссавців», № державної реєстрації 0114 У 002472.

Вступ. У процесі онтогенезу всі види обміну речовин, функції органів і систем зазнають кількісних та якісних змін, цілком ймовірно передбачити, що й структура хроноритмів може суттєво змінюватися. Одним із органів із чіткою циркадіанною орга-

нізацією функцій є нирки [1]. Доведено, що біологічні ритми модулюються різноманітними екзо- та ендогенними чинниками [6]. У процесі онтогенезу структура хроноритмів кислоторегулювальної, іонорегулювальної та екскреторної функцій нирок змінюється. Максимальних змін зазнає іонорегулювальна функція нирок, що проявляється різким зниженням екскреції іонів натрію за рахунок активації проксимального транспорту цього катіона [8, 12]. Практично у здорових осіб частота акрофаз і амплітуда біоритмів виділення електролітів нирками не залежить від денного фізичного навантаження, частоти прийому і характеру їжі [2]. Цей методичний підхід дозволив автору стверджувати, що у здорових осіб властива відносна сталість параметрів і часових співвідношень біоритмів організму – ритмостаза. Вплив на ритм калій- і натрійурезу зміни світла і темряви, тривалості освітлення виявили й інші дослідники [13].

Встановлено, що канальцева реабсорбція води більша вночі, ніж вдень. Електролітурез (кальцій, хлор, натрій, калій, магній), фільтрація перерахованих електролітів і екскреція креатиніну переважає вдень, ніж вночі, а реабсорбція електролітів вночі вища, ніж вдень [9, 10].

Доведено, що добовий ритм зумовлений взаємозв'язком клубочкового й канальцевого апаратів нирки на підставі визначення ритмів осмолярності сечі, екскреції електролітів, водневих іонів, клубочкової фільтрації і канальцевої реабсорбції води, що підтверджено вивченням наведених характеристик у групі дітей з енурезом та гіперкальціурією [11].

Реакція нирок на водне і сольове навантаження залежно від вмісту натрію в раціоні харчування свідчить про те, що в організмі щурів формуються стійкі пристосувальні реакції, спрямовані на регуляцію гомеостазу, в яких важлива роль належить нирковому функціональному резерву (НФР). Нирковий функціональний резерв є провідним фізіологічним механізмом, який визначає потужність адаптаційних реакцій нирок з регуляції водно-сольового гомеостазу, тоді як специфічність та точність регу-

ляції забезпечується за рахунок каналцевої реабсорбції та секреції [4].

Мета дослідження. З'ясувати особливості кислото- та іонорегулювальної функції нирок щурів за умов фізіологічної норми та сольового навантаження.

Матеріал та методи досліджень. Експерименти проведено на білих нелінійних статевозрілих щурах-самцях масою 180 ± 10 г. Вивчали функціональний стан нирок щурів за умов водного навантаження (5% від маси тіла), 3% та 0,75% сольового навантаження (введення 3% та 0,75% розчинів NaCl, з розрахунку 5% від маси тіла) за умов фізіологічної норми.

При проведенні експериментів дотримувалися національних «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» (Україна, 2001 р.), що відповідають вимогам «Європейської конвенції із захисту хребетних тварин, яких використовують із експериментальною та науковою метою» (Страсбург, 1986 р.). Усі дослідження проведені із дотриманням Директиви ЄЕС №609 (1986 р.) та наказу МОЗ України №281 від 01.11.2000 р. «Про заходи щодо подальшого удосконалення організаційних норм роботи з використанням експериментальних тварин». Досліди проведені відповідно до вимог комісії з біоетики Буковинського державного медичного університету (протокол №3 від 16.02.2005 р.).

Тварини утримувалися за умов віварію зі сталим температурним режимом та вільним доступом до їжі та води.

Під час проведення експериментальних досліджень ми розділили наведену кількість щурів на групи:

- 1-ша група (n=6) контрольна (тварини, які не отримували навантаження);
- 2-га група (n=6) тварини, які отримували 5% водне навантаження (з розрахунку 5 мл води на 100 г маси тіла тварини);
- 3-тя група (n=6) тварини, які отримували 3% сольове навантаження (введення 3% розчину NaCl, з розрахунку 2,56 ммоль Na (59 мг Na) на 100 г маси тіла тварини);
- 4-та група (n=6) тварини, які отримували 0,75% сольове навантаження (введення 0,75% розчину NaCl, з розрахунку 0,65 ммоль Na (14,8 мг Na) на 100 г маси тіла тварини).

Водне та сольове навантаження проводили за 2 години до евтаназії, внутрішньошлунково через металевий зонд. Через 2 год після навантаження тварин декапітували під легким ефірним наркозом. У момент декапітації збирали кров в охолоджені центрифужні пробірки з гепарином, який використовувався як стабілізатор-антикоагулянт. Кров центрифугували впродовж 20 хв при 3000 об/хв, відбирали плазму для визначення відповідних показників.

Для аналізу та оцінки функціонального стану нирок основні показники, що вивчали, об'єднували в групи, які характеризували екскреторну, іонорегулювальну та кислотовидільну функції.

Іонорегулювальну функцію оцінювали за показниками екскреції іонів натрію та його концентрації в сечі, реабсорбції, фільтраційного заряду.

Кислоторегулювальну функцію нирок характеризували за концентрацією активних іонів водню в сечі (pH сечі), екскрецією титрованих кислот і аміаку. Визначення концентрації креатиніну в сечі здійснювали за методом Фоліна. Визначення концентрації креатиніну в плазмі крові виконували фотоколориметрично. Принципи методів базуються на здатності креатиніну реагувати з пікриновою кислотою в лужному середовищі з утворенням забарвлених сполук.

Концентрацію іонів калію та натрію в сечі оцінювали методом полум'яної фотометрії на «ФПЛ-1». Дослідження вмісту в сечі титрованих кислот і аміаку проводили титруванням. Показники діяльності нирок розраховували за формулами Ю.В. Наточина.

Результати дослідження та їх обговорення.

Вода є учасником більшості метаболічних реакцій, зокрема гідролізу. Вона стабілізує структуру багатьох високомолекулярних сполук, внутрішньоклітинних утворень, клітин, тканин та органів, забезпечує опорні функції тканин та органів, зберігає їхній тургор. Вода є носієм метаболітів, гормонів, електролітів; бере участь у транспорті речовин через клітинні мембрани та судинну стінку в цілому, в регуляції осмолярності рідких середовищ організму, виведенні токсичних продуктів метаболізму [7]. При зневодненні організму і уведенні в судинне русло гіпертонічного розчину NaCl збільшується концентрація осмотично активних речовин у плазмі крові, збуджуються осморорецептори, посилюється секреція антидіуретичного гормону, зростає всмоктування води в каналцях, зменшується сечовиділення і виділяється осмотично концентрована сеча [5]. Зміни функцій нирок реалізуються на рівні каналцевої реабсорбції та активації секреції, не залежать від пошкодження нирок [3]. Проведені дослідження показали, що при обох видах сольового навантаження виникали зміни показників функціональної діяльності нирок.

Так, при дослідженні й іонорегулювальної функції нирок щурів при сольових навантаженнях (рис. 1) відмічено збільшення концентрації натрію в сечі при 3% сольовому – на 82%, а при 0,75% сольовому на – 28% порівняно з контролем.

Одночасно відмічено зростання екскреції іонів натрію: при 3% сольовому навантаженні – вдвічі і при 0,75% сольовому – на 43% відносно контролю. Фільтраційний заряд натрію зріс на 27% при 0,75% сольовому щодо контролю (рис. 1).

Збільшення концентрації та екскреції натрію було, можливо, в першу чергу наслідком зменшення його каналцевої реабсорбції. Хоча одночасно, судячи зі змін екскреції креатиніну та при розрахунках клубочкової фільтрації у тварин, яким уводили NaCl, зростала також клубочкова фільтрація з одночасним збільшенням фільтраційного заряду натрію.

Ці зміни функціональної діяльності нирок при сольовому навантаженні, можливо, пов'язані з тим, що після сольового навантаження в організмі тварин зростає концентрація натрію у крові та підвищується осмолярність.

Слід відмітити, що при дослідженні кислоторегулювальної функції нирок щурів при сольовому навантаженні практично не змінилися показники рН сечі, зниження відбувалося тільки при 0,75% сольовому навантаженні на 16%. Підвищувався показник екскреції аміаку щодо контролю при обох видах сольового навантаження відповідно на 24% та 15%, а екскреція титрованих кислот при 3% сольовому зросла на 19% та при 0,75% – на 32% (рис. 2).

Однак, зростання виділення електrolітів практично не пов'язане з підвищенням клубочкової фільтрації, судячи по відносно не значних змінах показника виділення креатиніну при постійному його рівні у крові. Цікавим є і те, що концентрація креатиніну у сечі також суттєво не змінилася відносно контролю на що вказує показник реабсорбції води. Таким чином, ріст осмолярності сечі зумовлений не реабсорбцією води у дистальних каналцях нирок, а змінами реабсорбції різних іонів. Збільшення виділення натрію, в першу чергу, зумовлено зниженням його реабсорбції, не виключаючи можливість зниження його транспорту у проксимальних каналцях.

Отже, сольове навантаження викликає зростання концентрації та екскреції іонів калію у порівнянні з контролем при 3% сольовому навантаженні у середньому в 1,5 раза.

Експериментальні дослідження проведено у різних групах тварин о 8.00 год та о 20.00 год. Функціональний стан нирок достовірно не відрізнявся при різному часі дослідження (рис. 1–4).

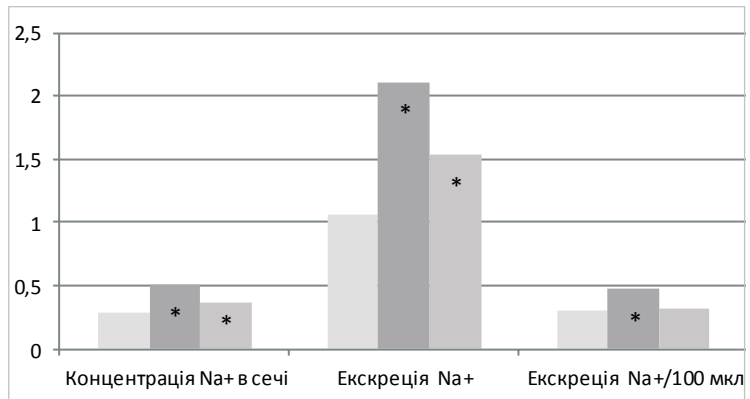


Рис. 1. Зміни показників іонорегулювальної функції нирок у щурів при сольовому навантаженні ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$, n=6) о 8.00.

Примітка: * – вірогідні зміни порівняно зі значенням контролю (p<0,05).

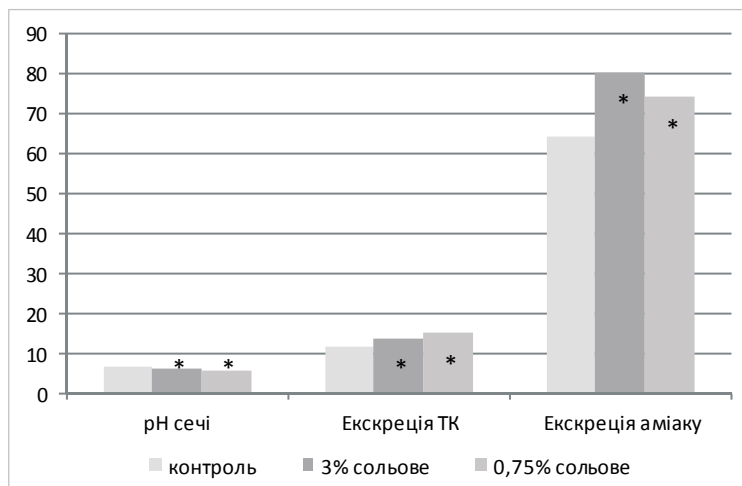


Рис. 2. Зміни показників кислоторегулювальної функції нирок у щурів при сольовому навантаженні ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$, n=6) о 8.00.

Примітка: * – вірогідні зміни порівняно зі значенням контролю (p<0,05).

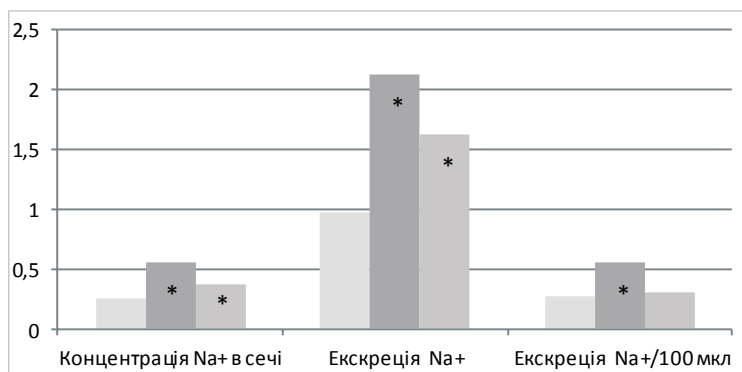


Рис. 3. Зміни показників іонорегулювальної функції нирок у щурів при сольовому навантаженні ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$, n=6) о 20.00.

Примітка: * – вірогідні зміни порівняно зі значенням контролю (p<0,05).

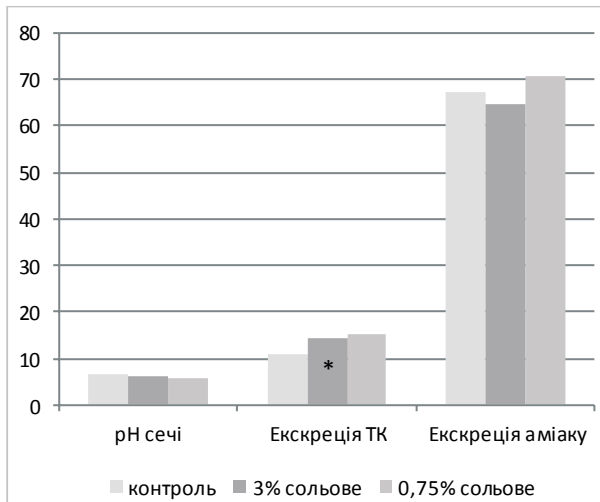


Рис. 4. Зміни показників кислоторегулювальної функції нирок у щурів при сольовому навантаженні ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$, n=6) о 20.00.

Примітка: * – вірогідні зміни порівняно зі значенням контролю ($p < 0,05$).

У порівнянні з контролем функції нирок практично не змінилися у всіх групах дослідів. Однак при 3% сольовому навантаженні концентрація іонів Na^+

зросла у 2,24 раза у порівнянні з контролем та вища за показники експерименту, проведеного о 8.00 ранку, що підтверджується зниженням фільтраційної фракції іонів Na^+ .

Висновки. Сольове навантаження призводить до зростання концентрації та екскреції іонів калію, натрію, збільшення екскреції аміаку та титрованих кислот. Зміни функцій нирок реалізуються на рівні канальцевої реабсорбції та активації секреції, не залежать від пошкодження нирок.

Ріст осмолярності сечі зумовлений не реабсорбцією води у дистальних канальцях нирок, а змінами реабсорбції різних іонів. Збільшення виділення натрію, в першу чергу, зумовлено зниженням його реабсорбції, не виключаючи можливість зниження його транспорту у проксимальних канальцях. Зміни функціональної діяльності нирок при сольовому навантаженні, можливо, пов'язані з тим, що після сольового навантаження в організмі тварин зростає концентрація натрію у крові та підвищується осмолярність.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому проводитиметься дослідження екскреторної, кислото- та іонорегулювальної функцій нирок при експериментальній нефропатії.

Література

1. Анохіна С. І. Вплив мелатоніну на кислотовидільну функцію нирок / С. І. Анохіна, Ю. І. Бондаренко, В. П. Пішак // Бук. мед. вісник. – 2002. – Т. 6, № 1. – С. 141–142.
2. Арушанян Э. Б. Хронотропная активность лекарств / Э. Б. Арушанян // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2002. – Т. 65, № 1. – С. 75–76.
3. Бурлака Н. И. Адаптационные изменения функционального состояния почек у крыс в зависимости от содержания натрия в рацион / Н. И. Бурлака // Заг. та патол. фізіол. – 2007. – Т. 2, № 2. – С. 21–23.
4. Бурлака Н. И. Состояние почечного резерва у крыс при введении раствора сулемы в зависимости от натриевого баланса в организме / Н. И. Бурлака // Заг. та патол. фізіол. – 2007. – Т. 2, № 3. – С. 15–18.
5. Нирки. Лабораторні методи дослідження : навч. посібник / М. Р. Гжегоцький, О. Г. Мисаковець, Ю. С. Петришин [та ін.]. – Львів : Світ, 2002. – 88 с.
6. Пулик О. Р. Актуальні питання хрономедицини / О. Р. Пулик, Р. О. Пулик // Наук. вісн. Ужгородського ун-ту, серія «Медицина». – 2001. – Вип. 16. – С. 70–73.
7. Физиология. Основы и функциональные системы : курс лекций / под ред. К. В. Судакова. – М. : Медицина, 2000. – С. 256–264.
8. Effects of melatonin on partial unilateral ureteral obstruction induced oxidative injury in rat kidney / [D. Atılgan, B. S. Parlaktas, N. Uluocak et al.] // Urol. Ann. – 2012. – Vol. 4, № 2. – P. 89–93.
9. Firsov D. Circadian regulation of renal function / D. Firsov, O. Bonny // Kidney Int. – 2010. – Vol. 78, № 7. – P. 640–645.
10. Firsov D. Role of the renal circadian timing system in maintaining water and electrolytes homeostasis / D. Firsov, N. Tokonami, O. Bonny // Mol. Cell Endocrinol. – 2012. – Vol. 349, № 1. – P. 51–55.
11. Galley H. F. Oxidative stress and mitochondrial dysfunction in sepsis / H. F. Galley // Br. J. Anaesth. – 2011. – Vol. 107, № 1. – P. 57–64.
12. Influence of photoperiod and running wheel access on the entrainment of split circadian rhythms in hamsters / [X. Wang, Y. Wang, H. Xin et al.] // J. Circ. Rhythms. – 2006. – Vol. 4, № 1. – P. 9.
13. Wang T. The effects of the potassium channel opener minoxidil on renal electrolytes transport in the loop of henle / T. Wang // J. Pharmacol. Exp. Ther. – 2003. – Vol. 304, № 2. – P. 833–840.

References

1. Anokhina S.I., Bondarenko Yu.I., Pishak V.P. Vpliv melatoninu na kislotovidil'nu funktsiyu nirok. Buk. med. visnik. 2002;6(1):141–2.

2. Arushanyan EB. Khronotropnaya aktivnost' lekarstv. Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya. 2002;65(1):75–6.
3. Burlaka NI. Adaptatsionnyye izmeneniya funktsional'nogo sostoyaniya pochek u kryс v zavisimosti ot sodержaniya natriya v ratsion. Zag. ta patol. fiziol. 2007;2(2):21–3.
4. Burlaka NI. Sostoyaniye pochechnogo rezerva u kryс pri vvedenii rastvora sulemy v zavisimosti ot natriyevogo balansa v organizme. Zag. ta patol. fiziol. 2007;2(3):15–8.
5. Gzhegots'kiy MR, Misakovets' OG, Petrishin YuS, ta in. Nirki. Laboratorni metodi doslidzhennya : navch. posibnik. L'viv: Svit; 2002. 88 s.
6. Pulik OR, Pulik PO. Aktual'ni pitannya khronomeditsini. Nauk. visn. Uzhgorods'kogo un-tu, seriya «Meditsina». 2001;16:70–3.
7. Fiziologiya. Osnovy i funktsional'nyye sistemy : kurs lektsiy / pod red. KV Sudakova. M. : Meditsina; 2000. s. 256–264.
8. Atilgan D, Parlaktas BS, Uluocak N, et al. Effects of melatonin on partial unilateral ureteral obstruction induced oxidative injury in rat kidney. Urol Ann. 2012;4(2):89–93.
9. Firsov D, Bonny O. Circadian regulation of renal function. Kidney Int. 2010;78(7):640–5.
10. Firsov D, Tokonami N, Bonny O. Role of the renal circadian timing system in maintaining water and electrolytes homeostasis. Mol Cell Endocrinol. 2012;349(1):51–5.
11. Galley HF. Oxidative stress and mitochondrial dysfunction in sepsis. Br J Anaesth. 2011;107(1):57–64.
12. Wang X, Wang Y, Xin H, et al. Influence of photoperiod and running wheel access on the entrainment of split circadian rhythms in hamsters. J Circ Rhythms. 2006;4(1):9.
13. Wang T. The effects of the potassium channel opener minoxidil on renal electrolytes transport in the loop of henle. J Pharmacol Exp Ther. 2003;304(2):833–40.

УДК 612.46.015.3

ОСОБЕННОСТИ ИОНО- И КИСЛОТОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИЙ ПОЧЕК ПРИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ НОРМЕ И СОЛЕВОЙ НАГРУЗКЕ

Велика А. Я.

Резюме. Проведенные исследования показали изменения показателей функциональной деятельности почек в обоих видах солевой нагрузки. Увеличение концентрации и экскреции натрия было, в первую очередь, следствием уменьшения его канальцевой реабсорбции. Хотя одновременно, судя по изменениям экскреции креатинина и при расчетах клубочковой фильтрации у животных, которым вводили NaCl, возрастала также клубочковая фильтрация с одновременным увеличением фильтрационного заряда натрия. Эти изменения функциональной деятельности почек при солевой нагрузке, возможно, связаны с тем, что после солевой нагрузки в организме животных увеличивается концентрация натрия в крови и повышается осмолярность. Следует отметить, что при исследовании кислоторегулирующей функции почек крыс при солевой нагрузке практически не изменились показатели pH мочи, понижение происходило только при 0,75%. Повышался показатель экскреции аммиака и титрированных кислот по отношению к контролю в обоих видах солевой нагрузки.

Солевая нагрузка приводит к росту концентрации и экскреции ионов калия, натрия, увеличению экскреции аммиака и титрированных кислот. Изменения функций почек реализуются на уровне канальцевой реабсорбции и активации секреции, не зависят от повреждения почек.

Ключевые слова: почки; ионо- и кислоторегулирующая функции; фильтрация; реабсорбция; секреция.

UDC 612.46.015.3

PECULIARITIES OF ION AND ACID REGULATORY FUNCTIONS OF KIDNEYS BASED ON PHYSIOLOGICAL NORM AND SALT LOAD

Velyka A. Ya.

Abstract. Kidney is one of the organs with a clear circadian functional organization. It is proved that various external and internal factors can influence its functioning. A chronological structure of the kidney's acid, ionic and excretion functions is being changed in course of ontogenesis and the ionic regulation function is the one that undergoes most significant changes, which manifest themselves through a sharp decrease of the sodium ions excretion because of activation of their proximal transportation. It has been found that the night tubular reabsorption of water is more active than the day one. Investigation of the rhythms of urea osmolarity, electrolytes excretion, hydrogen ions concentration, glomerular filtration and tubular reabsorption of water proves that the daily rhythms depend on interconnection between the glomerular and tubular systems. This conclusion has

been drawn from the results of investigation carried out in the group of children suffering of enuresis and hypercalciuria.

A response of kidney to the water and salt load depends on the content of sodium in meals and this is an evidence of the stable adaptive changes formed in the rat's organism and directed onto homeostasis maintenance. The kidney functional reserve plays an important role in this process. This is the main physiological mechanism governing depth of the kidney adjustment towards the water/salt homeostasis regulation. On the other hand, tubular reabsorption and secretion process is responsible for accuracy and specificity of this adjustment.

All experiments were carried out with white pubertal nonlinear male rats, weight 180 ± 10 g. All experimental animals were divided into three groups. First group (6 animals) – control, no load; second group (6 animals) – 5 % water load calculated as 5 ml of water per 100 g weight and third group (6 animals) – 3 % salt load in the form of infusion of the 3 % NaCl solution calculated as 2.56 mmoles (59 mg) of Na per 100 g weight.

All types of the exertion were applied during 2 hours before euthanasia by the metal intragastric probe. The ion regulation function was evaluated by the sodium ions excretion values as well as by Na concentration in urea, its reabsorption value and filtration charge while pH of urea, excretion of the titrable acids and ammonia were used to evaluate the acid regulation function. Folin's method was employed to measure concentration of creatinine in urea while its concentration in the blood plasma was determined by photolorimetry.

It has been shown that both types of the load cause changes in the kidney functional activity indexes. For instance, it is proved by investigation of the ion-adjusting function of the rat kidneys that the 3 % salt load causes increase in sodium concentration in urea by 82 % comparing to the control group while this concentration rises by 28 % at the 0.75 % load. Excretion of sodium ions has also risen twice at the 3 % salt load and by 43 % at the 0.75 % load. Finally, it was found that the 0.75 % salt load caused a 27 % increase in the sodium filtration charge.

A rise in sodium concentration and excretion was provided mainly by decrease in its tubular reabsorption. On the other hand, changes in creatinine excretion and calculated glomerular filtration for the animals exposed to NaCl infusion prove that the filtration was experiencing increase simultaneously with rise in the sodium filtration charge. These changes in the kidneys functional activity under salt exertion can be caused by rise of sodium ions concentration in the organism and higher osmolarity after exposition to the salt exertion. It can also be noted that almost no changes in pH values after the salt load were registered except shifting pH for 16 % down after the 0.75 % exertion. Ammonia excretion lifted by 24 % and 15 % while excretion of the titrable acids also increased by 19 % and 32 % for the 3 % and 0.75 % salt load simultaneously.

It is interesting that its concentration in urea also stays almost unchanged as it can be found from the water reabsorption index. Therefore, it can be stated that the increase of osmolarity of urea is caused by changes in the reabsorption values for different ions, not by water reabsorption in the distal kidney tubules. Increased excretion of sodium is primarily caused by its lower reabsorption, and yet retarded transportation in the proximal tubules can also be influential for this process. Thus, sodium excretion and concentration are rising 1.5 times averagely under the 3 % salt load.

Experimental investigations involved various groups of animals at 8:00 and 20:00 and almost no difference in the kidney functional conditions was registered. However, the Na^+ ions concentration has lifted by 2.24 times comparing to the control group and this index was a little higher in the 8:00 experiment. This is also proved by decrease of the filtration fraction of Na^+ .

The salt load results in increase of concentration and excretion of potassium and sodium, ammonia and titrable acids. Changes in the kidney functionality affect tubular reabsorption and activate secretion while they do not depend on the kidney damage.

Keywords: kidney; ionic and acid regulation functions; filtration; reabsorption; secretion.

Стаття надійшла 02.03.2017 р.
Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування