

Lebedeva T. L., Gozhenko A. I. Effect of chloride, sulfate and ammonium carbonate solutions injected to rats at osmoregulation and excretory renal function at the water load (Post 2. Osmoregulatory function of the kidneys). *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(3):466-474. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.399319>  
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/4364>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 1223 (26.01.2017).  
1223 *Journal of Education, Health and Sport* eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2017;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 21.03.2017. Revised 22.03.2017. Accepted: 23.03.2017.

**EFFECT OF CHLORIDE, SULFATE AND AMMONIUM CARBONATE  
SOLUTIONS INJECTED TO RATS AT OSMOREGULATION AND EXCRETORY  
RENAL FUNCTION AT THE WATER LOAD  
(POST 2. OSMOREGULATORY FUNCTION OF THE KIDNEYS)**

**T. L. Lebedeva, A. I. Gozhenko**

**Ukrainian Scientific Research Institute of Transport Medicine  
of Ministry of Health of Ukraine, Odessa**

**Summary**

The influence of chloride, ammonium sulfate and ammonium carbonate solutions on the osmotic control of the kidneys at intragastric administration to rats under water loading was assessed. It is established that the degree and nature of their effect is determined, basically, by the anion in the composition of the salts.

**Key words: kidney, osmoregulatory function, anion**

**ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ КРЫСАМ РАСТВОРОВ ХЛОРИДА, СУЛЬФАТА  
И КАРБОНАТА АММОНИЯ НА ЭКСКРЕТОРНУЮ И  
ОСМОРЕГУЛИРУЮЩУЮ ФУНКЦИИ ПОЧЕК ПРИ ВОДНОЙ НАГРУЗКИ  
(СООБЩЕНИЕ 2. ОСМОРЕГУЛИРУЮЩАЯ ФУНКЦИЯ ПОЧЕК)**

**Т. Л. Лебедева, А. И. Гоженко**

**ГП Украинский НИИ медицины транспорта МЗ Украины, г. Одесса**

**Реферат**

Проведена оценка влияния на осморегулирующую функцию почек внутрижелудочного введения крысам растворов хлорида, сульфата и карбоната аммония при водной нагрузке. Установлено, что степень и характер их воздействия определяется, в основном, анионом в составе солей.

**Ключевые слова:** почка, осморегулирующая функция, анион

**Введение**

В предыдущей статье [1] нами были представлены результаты изучения экскреторной функции почек крыс после проведения нагрузок солями аммония. Данное сообщение посвящено анализу осморегулирующей функции почек при этих нагрузках.

**Материалы и методы**

Проведено изучение реакции экспериментальных животных (белых крыс) на водную нагрузку в зависимости от раствора кристаллоидов с одним и тем же катионом, отличающихся по анионному составу. Для этой цели были избраны соли аммония. Растворы были идентичны по осмолярности и содержали 1 моль-экв/дм<sup>3</sup> ионов аммония.

Белых беспородных крыс содержали в условиях вивария на стандартном пищевом рационе при свободном доступе к воде. Эксперименты на животных проводили в соответствии с правилами Европейской конвенции о гуманном отношении к лабораторным животным [2].

При проведении нагрузок животные были разделены на 4 группы:

1-я группа – предварительное введение в желудок воды в количестве, адекватном введенному объему растворов солей животным опытных групп;

2-я группа – введение в желудок раствора хлорида аммония из расчета 20 ммоль-экв. на 1 кг массы тела животного;

3-я группа – введение в желудок раствора сульфата аммония из расчета 20 ммоль-экв. на 1 кг массы тела животного;

4-я группа – введение в желудок раствора гидрокарбоната аммония из расчета 20 ммоль-экв. на 1 кг массы тела животного;

Нагрузку солями аммония проводили путем введения через зонд в желудок (проведена предварительная адаптация животных к введению зонда). Через 1 час после этого животным проводили 5 % водную нагрузку и помещали крыс в индивидуальные нагрузочные клетки, собирали мочу суммарно за два часа, учитывая объем выделившейся мочи.

В моче определяли концентрации креатинина, натрия, калия, осмотически активных веществ (ОАВ), неорганического фосфора, хлоридов, рН, титруемые кислоты и аммиак [3, 4]. По завершении эксперимента животных выводили из эксперимента путем декапитации и собирали кровь в центрифужные пробирки, предварительно обработанные гепарином. После 10 минут центрифугирования при 3 тыс. об/мин. кровь разделяли на плазму и эритроциты. В плазме определяли концентрации креатинина, натрия, калия, ОАВ и хлоридов [3]. Показатели функции почек (фильтрация, абсолютная и относительная реабсорбция, экскретируемая фракция, клиренс, экскреция) рассчитывали в соответствии с методами, описанными Ю. В. Наточиным [5]. Рассчитывали концентрационные индексы креатинина, ОАВ, натрия и калия (отношение концентрации веществ в моче к их концентрации в плазме крови), а также Na/K коэффициент мочи (отношение концентрации натрия к концентрации калия в моче).

### **Результаты и их обсуждение**

Экскреторная функция почек является результирующей процессов фильтрации и реабсорбции. В таблице 1 представлены расчетные показатели функции почек крыс после проведения нагрузки сульфатом, карбонатом и хлоридом аммония. Скорость клубочковой фильтрации при введении крысам сульфата аммония имела тенденцию к снижению, при введении карбоната аммония – тенденцию к увеличению, при введении хлорида аммония снижалась на 30 %. Во всех опытных группах увеличивалась канальцевая реабсорбция воды и снижалась экскретируемая фракция воды, однако только при введении хлорида аммония эти изменения были достоверны.

Таблица 1 – Осморегулирующая функция почек при введении крысам сульфата, хлорида и карбоната аммония

Показатели	Водная нагрузка (№ 1), n=21	Введение (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (№ 2), n=16	Введение (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (№ 3), n=16	Введение NH <sub>4</sub> Cl (№ 4), n=17
Скорость клубочковой фильтрации, мкл/кг/2часа	554,5 ± 63,28 p <sub>1-4</sub> < 0,1	520,6 ± 41,31	579,1 ± 56,84	390,5 ± 64,81
Канальцевая реабсорбция воды, %	88,23 ± 1,043 p <sub>1-4</sub> < 0,001	88,85 ± 0,756	89,55 ± 0,885	94,03 ± 0,225
Экскретируемая фракция воды, %	11,77 ± 1,039 p <sub>1-4</sub> < 0,001	11,15 ± 0,774	10,45 ± 0,835	5,97 ± 0,231
Реабсорбция натрия, %	99,96 ± 0,010 p <sub>1-2</sub> < 0,001 p <sub>1-4</sub> < 0,001	99,49 ± 0,110	99,93 ± 0,021	99,29 ± 0,081
Экскретируемая фракция натрия, %	0,04 ± 0,010 p <sub>1-2</sub> < 0,001 p <sub>1-4</sub> < 0,001	0,51 ± 0,099	0,07 ± 0,021	0,71 ± 0,080
Клиренс натрия, мкл/мин/кг	1,285 ± 0,200 p <sub>1-2</sub> < 0,001 p <sub>1-3</sub> < 0,1 p <sub>1-4</sub> < 0,001	20,84 ± 4,124	2,799 ± 0,801	41,2 ± 4,128
Реабсорбция ОАВ, %	95,08 ± 0,744 p <sub>1-2</sub> < 0,01 p <sub>1-4</sub> < 0,02	91,61 ± 0,762	96,06 ± 0,399	93,12 ± 0,225
Экскретируемая фракция ОАВ, %	4,92 ± 0,736 p <sub>1-2</sub> < 0,001 p <sub>1-4</sub> < 0,001	8,39 ± 0,761	3,94 ± 0,398	6,88 ± 0,221
Клиренс ОАВ, мкл/мин/кг	183,8 ± 18,05 p <sub>1-2</sub> < 0,001 p <sub>1-3</sub> < 0,1 p <sub>1-4</sub> > 0,1	347,1 ± 37,74	228,12 ± 14,738	308,42 ± 83,52

Примечание: n – количество животных, p – уровень значимости различий между группами №№ 1-4

При этом наблюдалось снижение реабсорбции и увеличение экскретируемой фракции натрия. Если в группе, которой вводили карбонат аммония, это была лишь тенденция, то в группах, которым вводили сульфат и хлорид аммония, эти изменения были достоверны. В этих группах изменения относительной реабсорбции и экскретируемой фракции ОАВ имели ту же направленность. Клиренс натрия во всех опытных группах был выше, чем в контроле. Однако в группе животных, которым вводили карбонат аммония, это увеличение было недостоверным. У животных, которым вводили карбонат аммония, наблюдалось некоторое увеличение реабсорбции

ОАВ и снижение экскретируемой фракции по сравнению с контрольной группой. По сравнению с клиренсом натрия увеличение клиренса осмотически активных веществ было менее выраженным и было достоверным только в группе животных, которым вводили сульфат аммония.

Концентрационные индексы креатинина, ОАВ, натрия и калия у крыс после введения сульфата и хлорида аммония были существенно выше, чем в контроле (табл.2).

Таблица 2 – Концентрационные показатели функции почек

Показатели	Водная нагрузка (№ 1), n=21	Введение (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (№ 2), n=16	Введение (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (№ 3), n=16	Введение NH <sub>4</sub> Cl (№ 4), n=17
U/P креатинина	7,8 ± 0,54 p <sub>1-2</sub> > 0,2 p <sub>1-3</sub> > 0,2 p <sub>1-4</sub> < 0,001	9,2 ± 0,97	7,1 ± 0,11	24,6 ± 1,97
U/P ОАВ	0,27 ± 0,019 p <sub>1-2</sub> < 0,001 p <sub>1-3</sub> < 0,001 p <sub>1-4</sub> < 0,001	0,78 ± 0,081	0,46 ± 0,029	1,58 ± 0,214
U/P натрия	0,003 ± 0,0003 p <sub>1-2</sub> < 0,001 p <sub>1-3</sub> < 0,1 p <sub>1-4</sub> < 0,001	0,05 ± 0,006	0,005 ± 0,0007	0,17 ± 0,026
U/P калия	1,58 ± 0,167 p <sub>1-2</sub> < 0,001 p <sub>1-3</sub> < 0,1 p <sub>1-4</sub> < 0,001	5,26 ± 0,349	1,44 ± 0,127	8,82 ± 0,945
Na/K коэффициент мочи	0,05 ± 0,016 p <sub>1-2</sub> < 0,001 p <sub>1-3</sub> < 0,1 p <sub>1-4</sub> < 0,001	0,21 ± 0,019	0,06 ± 0,007	0,61 ± 0,072

Примечание: n – количество животных, U/P – концентрационный индекс, p – уровень значимости различий между группами №№ 1-4

Причем в группе, которой вводили хлорид аммония, это увеличение было более выраженным. В группе крыс, которой вводили карбонат аммония, эти индексы были сопоставимы с контролем – концентрационные индексы креатинина и калия были ниже, а ОАВ и натрия – выше, чем в контроле. Na/K коэффициент мочи в этой группе достоверно не отличался от контроля. В группах животных, которым вводили сульфат и хлорид аммония, Na/K коэффициент мочи был существенно выше.

Выявленные изменения функции почек экспериментальных животных при введении солей аммония были направлены на поддержание постоянства внеклеточной жидкости организма (табл. 3).

Таблица 3 – Некоторые показатели плазмы крови экспериментальных животных

Концентрации	Водная нагрузка (№ 1), n=21	Введение (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (№ 2), n=16	Введение (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (№ 3), n=16	Введение NH <sub>4</sub> Cl (№ 4), n=17
Креатинин, ммоль/дм <sup>3</sup>	0,065 ± 0,0014 p <sub>1-2</sub> > 0,2 p <sub>1-3</sub> < 0,001 p <sub>1-4</sub> > 0,2	0,064 ± 0,0033 p <sub>2-3</sub> < 0,001 p <sub>2-4</sub> > 0,2	0,093 ± 0,0108 p <sub>3-4</sub> < 0,001	0,064 ± 0,0068
Осмолярность, мосм/дм <sup>3</sup>	298,3 ± 8,43 p <sub>1-2</sub> > 0,2 p <sub>1-3</sub> > 0,2 p <sub>1-4</sub> < 0,1	289,8 ± 1,277 p <sub>2-3</sub> > 0,2 p <sub>2-4</sub> < 0,001	294,2 ± 5,122 p <sub>3-4</sub> < 0,02	312,9 ± 4,631
Натрий, ммоль/дм <sup>3</sup>	143,6 ± 1,96 p <sub>1-2</sub> < 0,005 p <sub>1-3</sub> > 0,2 p <sub>1-4</sub> > 0,2	136,7 ± 1,117 p <sub>2-3</sub> < 0,05 p <sub>2-4</sub> < 0,001	143,34 ± 2,839 p <sub>3-4</sub> > 0,2	142,3 ± 1,01
Калий, ммоль/дм <sup>3</sup>	6,26 ± 0,192 p <sub>1-2</sub> > 0,2 p <sub>1-3</sub> < 0,001 p <sub>1-4</sub> < 0,001	5,89 ± 0,232 p <sub>2-3</sub> < 0,001 p <sub>2-4</sub> < 0,002	8,5 ± 0,607 p <sub>3-4</sub> < 0,001	4,59 ± 0,302
Хлор, ммоль/дм <sup>3</sup>	105,72 ± 0,52 p <sub>1-2</sub> < 0,02 p <sub>1-3</sub> < 0,001 p <sub>1-4</sub> < 0,005	108,9 ± 1,117 p <sub>2-3</sub> < 0,05 p <sub>2-4</sub> < 0,001	112,4 ± 1,545 p <sub>3-4</sub> < 0,02	132,7 ± 3,15

Примечание: n – количество животных, U/P – концентрационный индекс, p – уровень значимости различий между группами №№ 1-4

Креатинин в плазме крови животных, которым вводили карбонат аммония, достоверно выше, чем у животных контрольной группы. В остальных опытных группах концентрация креатинина практически была идентична контролю. Осмолярность плазмы крови опытных групп достоверно не отличалась от контроля. Однако, средние значения осмолярности в группе, получавшей хлорид аммония, были выше, чем в контроле. В группе, получавшей сульфат аммония, осмолярность плазмы крови была ниже, чем в контроле. В этой же группе была достоверно снижена концентрация натрия, тогда как в остальных группах она практически не отличалась от контроля. Концентрация калия в плазме крови крыс, которым вводили карбонат аммония была достоверно выше, а в группе, получавшей хлорид аммония – достоверно ниже, чем в

контроле. Концентрация хлоридов в плазме крови животных всех опытных групп была выше, чем в контроле, причем в группах, получавших карбонат и хлорид аммония, это увеличение было достоверным.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что введение солей аммония влияет на состояние осморегулирующей функции почек, причем степень и характер воздействия определяется, в основном, анионом в составе солей. Хотя общим для них является увеличение выведения ОАВ с мочой для снижения их содержания во внеклеточной жидкости, однако эффекты от введения хлорида и сульфата аммония отличаются от карбоната. Увеличение экскретируемой фракции ОАВ и концентрационных индексов значимо выше при введении хлорида и сульфата аммония, чем при введении карбоната аммония. На наш взгляд это обусловлено тем, что анионы карбоната могут метаболизироваться, в то время как два других аниона не могут, что приводит к угрозе их увеличения во внеклеточной жидкости, повышения ее осмолярности и потери клетками воды. Последнее и обусловило их более интенсивное выведение с мочой. Однако в этих группах наблюдаются отличия в выделительной функции почек. В группе животных, которым вводили сульфат аммония, наблюдалось более интенсивное выведение всех ОАВ по сравнению с группой, получавших хлорид аммония, за исключением выведения натрия и хлоридов [1]. Поскольку выведение хлоридов требует увеличения выведения натрия, то, по-видимому, во избежание его невосполнимых потерь из-за предела реабсорбирующей способности почек, в группе животных, получавшей хлорид аммония, наблюдалось снижение фильтрации и повышение концентрации ОАВ в плазме крови. В группе животных, получавшей сульфат аммония, снижение фильтрации было незначительным, что, по-видимому, и вызвало снижение осмолярности и концентрации натрия в плазме крови.

Более сложными являются эффекты карбоната аммония, так как увеличение экскреции ОАВ хотя и происходит, но в меньшей мере по сравнению с другими опытными группами. Возможно, часть карбоната метаболизируется и поэтому осмолярность плазмы крови практически не отличается от контрольной группы. Представляет интерес выведение аммиака почками крыс. Если в группах животных, которым вводили сульфат и хлорид аммония, оно значимо увеличивается, то в группе, которой вводили карбонат аммония, выведение аммиака практически не отличается от контроля [1]. Можно предположить, что в этой группе животных происходит более интенсивное связывание иона аммония с образованием мочевины и, возможно, глутамина. Поскольку эти процессы энергозависимые, то, по-видимому, этим можно

объяснить достоверное повышение концентрации креатинина в плазме крови животных, которым вводили карбонат аммония.

### **Выводы**

1. Степень и характер воздействия сульфата, карбоната и хлорида аммония на состояние осморегулирующей функции почек определяется, в основном, анионом в составе солей.

2. Для поддержания осмотического постоянства внеклеточной жидкости после введения солей аммония почечные процессы направлены на увеличение экскреции осмотически активных веществ (ОАВ) и снижение выведения воды - о чем свидетельствует увеличение клиренсов и концентрационных индексов ОАВ.

3. Необходимость выведения не метаболизируемых в организме сульфатов и хлоридов вызывает потери натрия и калия, что в случае сульфатов приводит к снижению их концентрации в плазме крови, а в случае хлоридов вызывает снижение фильтрации для предупреждения резкого снижения концентрации натрия в плазме крови.

### **Литература**

1. Lebedeva T. L., Gozhenko A. I. Влияние введения крысам растворов хлорида, сульфата и карбоната аммония на экскреторную и осморегулирующую функции почек при водной нагрузке (Сообщение 1. Экскреторная функция почек) = Effect of chloride, sulfate and ammonium carbonate solutions injected to rats at osmoregulation and excretory renal function at the water load (Post 1. Excretory function of the kidneys) Journal of Education, Health and Sport. 2016; 6 (10) : 557-565.

2. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes № 123. - Strasbourg, 1986. – 11 p.

3. Колб В.Г. Справочник по клинической химии / В.Г. Колб, В.С. Камышников. – Минск: Беларусь, 1982. – 367 с.

4. Рябов С.И. Диагностика болезней почек / С.И. Рябов, Ю.В. Наточин, Б.Б. Бондаренко. – Л.: Медицина, 1979. – 256 с.

5. Наточин Ю.В. Физиология почки: формулы и расчеты / Ю.В. Наточин. – Л.: Наука, 1974. – 60 с.

## Reference

1. Lebedeva T. L., Gozhenko A. I. Effect of chloride, sulfate and ammonium carbonate solutions injected to rats at osmoregulation and excretory renal function at the water load (Post 1. Excretory function of the kidneys) Journal of Education, Health and Sport. 2016; 6 (10) : 557-565. (Rus.)
2. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes № 123. - Strasbourg, 1986. – 11 p.
3. Kolb V.G. Spravochnik po klinicheskoi khimii / V.G. Kolb, V.S. Kamyshnikov. – Minsk: Belarus', 1982. – 367 s. (Rus.)
4. Ryabov S.I. Diagnostika boleznei pochek / S.I. Ryabov, Yu.V. Natochin, B.B. Bondarenko. – L.: Meditsina, 1979. – 256 s. (Rus.)
5. Natochin Yu.V. Fiziologiya pochki: formuly i raschety / Yu.V. Natochin. – L.: Nauka, 1974. – 60 s. (Rus.)