

УДК 591.149.1:598.65

В. В. Парфенюк

О РЕГУЛЯЦИИ ОБЪЕМА ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ У ГОЛУБЕЙ

Вопросы регуляции постоянства объема внеклеточной жидкости в эволюционном аспекте недостаточно освещены в литературе. В предыдущих наших исследованиях на лягушках и крысах [5] в ответ на увеличение объема внеклеточной жидкости отмечено повышение почечной экскреции воды, натрия и калия, сопровождаемое появлением в крови гуморального натрийуретического фактора (НУФ).

Мы изучали реакцию почек голубей на увеличение объема внеклеточной жидкости, а также возможную роль при этом НУФ.

Методика исследований

Опыты проведены на сизых голубях *Columba livia* обоего пола массой 300—350 г. Перед опытом животным под нембуталовым наркозом ($30 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$) накладывали канюлю на отверстия мочеточников для сбора мочи. В бедренную вену вшивали катетер для введения раствора натрия хлорида и взятия крови. Всех животных разделили на три группы. В I группе внеклеточное пространство голубей увеличивали посредством внутривенного введения изотоничного плазме крови раствора NaCl, животным II группы вводили в зоб водопроводную воду (водная нагрузка); III — 0,37 % раствор NaCl (солевая нагрузка). Во всех случаях общее количество вводимой жидкости составляло 3 % от массы тела. В контрольном периоде (до увеличения объема жидкости) и в течение 1 ч с момента введения изучали диурез, фильтрацию и реабсорбцию по инулину, осмолярность мочи и плазмы, экскрецию натрия и калия. Инулин в плазме и моче определяли резорциновым методом [4], концентрацию натрия и калия методом пламенной фотометрии, осмолярность — с помощью осмометра фирмы *Knauer*. О содержании НУФ судили по натрийуретической активности плазмы крови, которую определяли до и после расширения внеклеточного пространства у животных внутривенным введением изотонического раствора NaCl. Тестируемую плазму крови вводили голубям внутривенно в количестве 0,5 мл после солевой нагрузки. В качестве контроля брали птицу с аналогичной солевой нагрузкой, а вместо плазмы внутривенно вводили такое же количество изотонического солевого раствора. Плазму крови или изотонический солевой раствор вводили в подкрыльцовую вену сразу же после введения в зоб 0,37 % раствора NaCl и в течение 1 ч собирали мочу, в которой определяли содержание натрия и калия. Полученные результаты обработаны методом вариационной статистики.

Результаты исследований и их обсуждение

В опытах на голубях при увеличении у них объема внеклеточной жидкости внутривенным введением изотонического раствора NaCl наблюдали увеличение экскреции воды и электролитов. Как видно из рис. 1, повышение мочеотделения происходило главным образом за счет уменьшения канальцевой реабсорбции, так как скорость клубочковой фильтрации повышалась незначительно, и эти различия оказались статистически недостоверными ($p > 0,1$). Приведенные в табл. 1 данные показывают, что наряду с увеличением мочеотделения после расширения внеклеточного пространства повышается осмолярность плазмы крови и мочи, несмотря на то, что в вену вводили изотоничный плазме крови раствор NaCl. Клиренсы осмотически активных веществ

и осмотически свободной воды возрастали статистически достоверно. Одновременно увеличивалась почти в три раза экскреция осмотически активных веществ ($p < 0,001$).

В экспериментах на голубях была также изучена натрийуретическая реакция почек после расширения внеклеточного пространства.

Как видно из рис. 1, экскреция натрия превышала контрольные показатели в несколько раз (в среднем на 14 мкэкв), что можно объяснить как увеличением фильтрационного заряда натрия (в контроль-

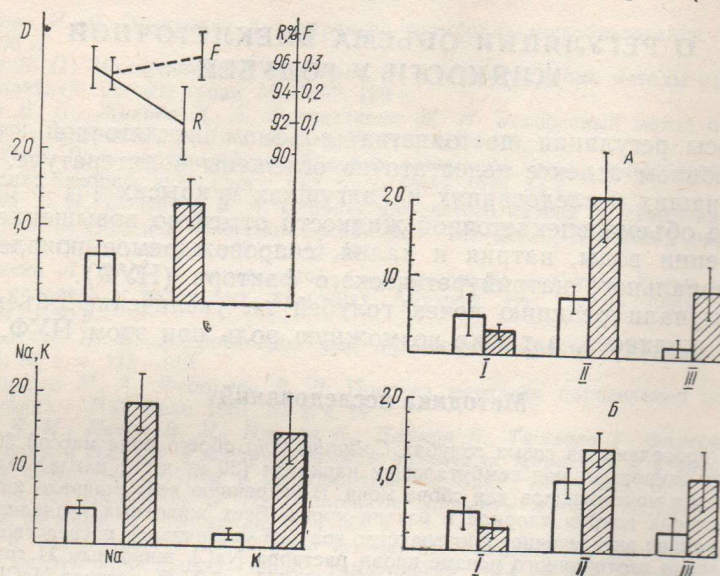


Рис. 1. Экскреция воды, натрия и калия у голубей до и после увеличения объема внеклеточной жидкости внутривенным введением изотонического солевого раствора. Светлые столбики — до, заштрихованные — после увеличения объема жидкости, пунктирная линия — клубочковая фильтрация, сплошная — реабсорбция. Верхняя часть рисунка — диурез (D в мл $\cdot$ ч $^{-1} \cdot 100^{-1}$ г), фильтрация (F в мл $\cdot$ мин $^{-1} \cdot 100^{-1}$ г) и реабсорбция (R в %) нижняя часть — экскреция натрия и калия (мкэкв $\cdot$ ч $^{-1} \cdot 100^{-1}$ г).

Рис. 2. Экскреция воды, натрия и калия у голубей после водной (А) и солевой (Б) нагрузок.

Светлые столбики — до, заштрихованные — после увеличения объема жидкости. I — диурез (мл $\cdot$ ч $^{-1} \cdot 100^{-1}$ г), II — экскреция натрия, III — экскреция калия (мкэкв $\cdot$ ч $^{-1} \cdot 100^{-1}$ г).

ный период он составлял $22,55 \pm 2,721$ мкэкв $\cdot$ мин $^{-1} \cdot 100^{-1}$ г, а после введения жидкости — $34,74 \pm 3,820$ мкэкв $\cdot$ мин $^{-1} \cdot 100^{-1}$ г, $p < 0,02$, так и снижением фракционной его реабсорбции, которая статистически достоверно падала после увеличения объема жидкости и составляла $98,31 \pm 0,245$ % (тогда как в контрольном периоде она достигала $99,16 \pm 0,145$ %; $p < 0,01$).

Наряду с повышением натрийуреза после внутривенного введения изотонического плазмы крови солевого раствора примерно в такой же степени наблюдали возрастание калийуреза (рис. 1).

Результаты исследований на голубях с водной и солевой нагрузками представлены графически на рис. 2, из которого видно, что водная нагрузка у голубей не вызывала достоверных изменений диуреза, в то время как натрийурез и калийурез повышались значительно ($p < 0,001$). На фоне солевой нагрузки, когда животным в зоб вводили 0,37 % раствор NaCl, было отмечено достоверное повышение экскреции натрия и калия, достоверных изменений диуреза не наблюдали. Характерно, что после водной и солевой нагрузок экскреция калия превы-

шала контроль как экскреция нагрузки.

Таким образом, увеличение объема внеклеточной жидкости у голубей

Показатели осмотической активности внеклеточной

Исследуемые

Диурез, мл $\cdot$ мин $^{-1}$.

Осмолярная концентрация крови, мосм $\cdot$ л $^{-1}$.

Осмолярная концентрация мочи, мосм $\cdot$ л $^{-1}$.

Экскреция осмотически активных веществ, мкмосм $\cdot$ мин $^{-1}$.

Клиренс осмотически активных веществ, мл $\cdot$ мин $^{-1} \cdot 100^{-1}$.

Клиренс осмотически активных веществ, мл $\cdot$ мин $^{-1} \cdot 100^{-1}$.

Экскреция воды и электролитов у интактного

Показатели функции почек

Диурез, мл $\cdot$ ч $^{-1} \cdot 100^{-1}$ г

Экскреция Na, мкэкв $\cdot$ ч $^{-1} \cdot 100^{-1}$ г

Экскреция K, мкэкв $\cdot$ ч $^{-1} \cdot 100^{-1}$ г

p_1 — сравнение с опытной плазмой.

По данным исследований на лягушках, введение в кровь постоянной концентрации плазмы крови объемом внеклеточ-

шала контрольные показатели примерно в одинаковой степени, тогда как экскреция натрия возрастала значительно больше после водной нагрузки.

Таким образом, у голубей, так же как у лягушек и крыс [1, 5], увеличение объема внеклеточной жидкости сопровождается повышением экскреции воды и электролитов. Однако водная и солевая нагрузки у голубей на диурез не оказывают существенного влияния.

Таблица 1

Показатели осмотического концентрирования мочи у голубей при увеличении объема внеклеточной жидкости введением в вену изотонического солевого раствора

Исследуемые параметры	До увеличения объема жидкости	После увеличения объема жидкости	<i>p</i>
Диурез, мл·мин ⁻¹ ·100 ⁻¹ г	0,009±0,0015	0,022±0,0024	<0,001
Осмолярная концентрация плазмы крови, мосм·л ⁻¹	223,75±6,781	248,31±5,035	<0,02
Осмолярная концентрация мочи, мосм·л ⁻¹	81,58±12,040	120,63±11,671	<0,05
Экскреция осмотически активных веществ, мкосм·мин ⁻¹ ·100 ⁻¹ г	0,824±0,0641	2,353±0,1492	<0,001
Клиренс осмотически активных веществ, мл·мин ⁻¹ ·100 ⁻¹ г	0,0039±0,00042	0,0095±0,00059	<0,001
Клиренс осмотически свободной воды, мл·мин ⁻¹ ·100 ⁻¹ г	0,0061±0,00131	0,0127±0,00225	<0,02

Таблица 2

Экскреция воды и электролитов у голубей после внутривенного введения плазмы крови интактного животного и животного после расширения у него объема внеклеточной жидкости

Показатели функции почек	<i>n</i>	Изотонический раствор	<i>n</i>	Обычная плазма	<i>n</i>	Плазма от животного с расширенным пространством
Диурез, мл·ч ⁻¹ ·100 ⁻¹ г	10	0,44±0,998	18	0,64±0,102 <i>p</i> ₁ >0,25	16	0,99±0,192 <i>p</i> ₁ <0,02 <i>p</i> ₂ >0,1
Экскреция Na, мкэкв·ч ⁻¹ ·100 ⁻¹ г	11	11,75±0,552	16	13,57±1,295 <i>p</i> ₁ >0,1	17	18,99±1,520 <i>p</i> ₁ <0,001 <i>p</i> ₂ <0,02
Экскреция K, мкэкв·ч ⁻¹ ·100 ⁻¹ г	9	1,06±0,234	15	1,75±0,274 <i>p</i> ₁ >0,05	15	3,00±0,724 <i>p</i> ₁ <0,02 <i>p</i> ₂ >0,1

*p*₁ — сравнение с опытами, в которых вводили изотонический раствор NaCl; *p*₂ — обычную плазму.

По данным ряда авторов [2, 6, 7, 8] и предыдущих наших исследований на лягушках и крысах [5], при увеличении внеклеточного объема в кровь поступает гуморальный НУФ, поэтому в специальной серии экспериментов у голубей была изучена натрийуретическая активность плазмы крови интактных животных и животных с увеличенным объемом внеклеточной жидкости. Результаты, приведенные в табл. 2.

показывают, что на фоне солевой нагрузки после внутривенного введения голубям обычной плазмы не наблюдается достоверных изменений в экскреции воды и электролитов, по сравнению с животными, которым внутривенно вводили такое же количество изотонического солевого раствора. Внутривенное введение плазмы крови от животных с расширенным внеклеточным пространством приводило к значительно большему увеличению мочеотделения, экскреции натрия и калия. Это свидетельствует о том, что у голубей, так же как у лягушек и крыс, после объемной стимуляции в кровь поступает гуморальный НУФ.

Таким образом, после увеличения объема внеклеточной жидкости у птиц, как и у земноводных и млекопитающих [1, 3, 5], увеличивается почечная экскреция воды и электролитов. Вместе с тем введение в зоб воды и гипотонического раствора NaCl, в отличие от земноводных и млекопитающих, у птиц не вызывает увеличения мочеотделения, хотя экскреция электролитов усиливается. Как отмечено выше, расширение внеклеточного пространства у голубей приводит к повышению натрийуретической активности плазмы крови животных.

Литература

1. Иванов Ю. И., Гапон Л. И. Влияние водной нагрузки на экскрецию электролитов у крыс.— Физиол. журн. СССР, 1974, 60, № 1, с. 105—108.
2. Иванов Ю. И. Регуляция постоянства объема внутрисосудистой жидкости и роль натрийуретического фактора.— Кардиология, 1975, 15, № 8, с. 138—145.
3. Иванов Ю. И. Функции почек у собак при увеличении объема общей внеклеточной и внутрисосудистой жидкости.— Физиол. журн. СССР, 1972, 58, № 1, с. 103—107.
4. Кравчинский Б. Д. Современные основы физиологии почек. Л. Медгиз, 1958. 309 с.
5. Парфенюк В. В. Особенности волюморегуляции у лягушек *Rana ridibunda* и крыс.— Журн. эвол. биохим. и физиол., 1977, 13, № 4, с. 462—466.
6. Cort J. H., Lichardus B.—Natriuretic hormone.—Nephron, 1968, 5, N 6, p. 401—409.
7. Levinsky N. G. Nonaldosterone influences on renal sodium transport.—Ann. N. Y. Acad. Sci., 1966, 139, N 2, p. 295—303.
8. Rector F. C. Jr., Martinez-Maldonado M., Kurtzman N. A., Sellman J. C., Oerther F., Seldin D. W. Demonstration of a hormonal inhibitor of proximal tubular reabsorption during expansion of extracellular volume with isotonic saline.—J. Clin. Invest., 1968, 47, N 4, p. 761—773.

Кафедра фармакологии
Черновицкого медицинского института

Поступила в редакцию
12. II 1979 г.

V. V. Parfenyuk

PECULIARITIES OF THE EXTRACELLULAR FLUID VOLUME REGULATION IN PIGEONS

Summary

Water and electrolyte excretion were studied in experiments on pigeons after intravenous injection of isotonic solution of NaCl, water and saline (0.37 % solution of NaCl) loadings which amounted to 3 % of the body weight. An increase in renal excretion was mainly caused by a decrease in the tubular reabsorption of sodium and it is also due to the increase of its filtration rate. Water and saline loads in pigeons did not intensify diuresis but at the same time they strengthened the electrolyte excretion. The expansion of the fluid volume was accompanied by a rise in a natriuretic factor of blood plasma.

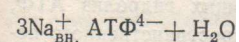
Department of Pharmacology, Medical Institute,
Chernovtsy

УДК 612.826

РЕКО
В
ВОЗ

Натриевый «на-
ным образованием, и
машинной». Эта «ма-
руемой Na⁺ и K⁺ и
полагается в мембра
образные функцио
гидролиз АТФ и оди

В настоящее вр
«насоса» представляе



насос $\xrightarrow{\text{Mg}^{2+}}$

$2\text{K}_{\text{нар}}^{+}$

(Здесь «вн.» и «нар.»
ние транспортируемы
после того, как ионы
При этом ионы образ
которые после транс
Процесс идет с собл
одной молекулы АТФ
двух K⁺. При этом с
одновалентным катио

По классификац
ренным или интегрир
личием больших гидр
мембраны, и гидрофи
Интегральные белки

что только лишь нек
щими непосредствен
и отделить от других
чить свободными от
щий отрицательный за
для определенной пр
ния его активности.
достигает 90—120 : 1.
образование, состоящ
73, 105].

В последние год
структуры Na⁺, K⁺-АТ