

УДК 612.015.31:591

П. Н. Титаренко, Б. Е. Есипенко, А. П. Костромина

### ОБМЕН НАТРИЯ И КАЛИЯ У СОБАК И БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИЕМЕ СЛАБОМИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ВОДЫ ИСТОЧНИКА № 4 КУРОРТА МОРШИН

Учитывая роль неорганических ионов в функционировании органов и тканей организма, их стимулирующее и ингибирующее действие на метаболические процессы, изучение водно-электролитного обмена при приеме минеральных вод можно рассматривать как одну из первоочередных задач проблемы механизма действия этих вод. Подобного рода исследования важны и для изучения водно-солевого гомеостаза.

Значительные изменения показателей водно-электролитного обмена описаны при применении как минеральных [6, 8], так и слабоминерализованных подземных вод [1—4].

Мы изучали влияние слабоминерализованной воды источника № 4 курорта Моршин (МВИ № 4) на обмен натрия и калия у собак и белых крыс. МВИ № 4 относится к сульфатно-гидрокарбонатнокальциевым водам с общей минерализацией 0,17 г/л, содержит органические вещества, специфическую микрофлору, богата углекислым газом и кислородом, обладает слабой радиоактивностью, т. е. по своему химическому составу близка к минеральным водам типа «Нафтуса».

#### Методика исследований

Обмен натрия и калия изучали в хронических опытах на семи собаках с выведенными на кожу живота мочеточниками и на 110 белых крысах в обычных условиях содержания животных и при ежедневных, в течение 24 сут нагрузках водопроводной водой и МВИ № 4 в дозах 1 и 2 % к массе тела. Воду в желудок вводили собакам с помощью дуоденального зонда, крысам — полиэтиленовой трубочки. Во время опыта животных содержали на свободном питьевом и постоянном пищевом режимах.

Концентрацию натрия и калия в крови и моче у собак, в крови, моче и тканях у крыс определяли методом пламенной фотометрии, объем сосудистого русла с использованием синьки Эванса. Расчетным путем устанавливали содержание катионов в сосудистом русле у собак, их суточную экскрецию почками животных, а также общее содержание натрия и калия в тканях и органах крыс. Влияния минеральной воды на транспорт ионов в ткани и клетках изучали с использованием метода холодовой (0, °C) и тепловой (38 °C) инкубации срезов ткани печени в Кребс — Рингер фосфатном (КРФ) растворе [9].

#### Результаты исследований и их обсуждение

Данные, полученные в длительных 24 сут опытах, свидетельствуют об отчетливо выраженных изменениях обмена натрия и калия у собак и белых крыс в условиях ежедневных нагрузок их МВИ № 4. Более значительно отражается поступление в организм минеральной воды на обмене натрия.

В первую очередь следует отметить явное повышение концентрации натрия в плазме крови у подопытных животных вследствие ежедневных нагрузок их минеральной водой (табл. 1 и 2). У собак ежедневные нагрузки минеральной водой в дозе 1 % к массе тела обусловили увеличение этого показателя обмена натрия по сравнению с данными контрольных опытов на 8,5 %, т. е. в пределах физиологических изменений, однако с достаточной степенью достоверности ( $p < 0,001$ ). При 2 % нагрузках минеральной водой концентрация натрия в плазме крови повысилась на 6,6 % ( $p < 0,001$ ).

Изменен  
должительно  
приведенных  
период длит  
крови у кр  
3,9 %, а во  
ками минера  
концентраци  
на 10,8 %, а  
вают, таким  
этот показат  
У собак уве  
грузках мини  
нагрузках; у  
центрация на

#### Влияние

Исследуемые пока  
тели

Концентрация н  
рия в плазме,  
ммоль/л

Содержание на  
рия в сосудист  
русле, ммоль

Фильтрационны  
заряд натрия,  
ммоль/мин

Абсолютная ре  
сорбция натрия

Концентрация н  
рия в суточной  
моче, ммоль/л

Суточный натр  
урез, ммоль/м

Концентрация  
лия в плазме к  
ви, ммоль/л

Содержание ка  
в сосудистом р  
ле, ммоль

Концентрация  
лия в суточной  
моче, ммоль/л

Суточный кали  
урез, ммоль/м<sup>2</sup>

Примечание: \*—  
нию с контролем

Ежедневн  
дозе 1 % к м  
у собак лише  
зателе. Повы  
ежедневных  
держания на  
нагрузками м

Изменения концентрации натрия в плазме крови зависят от продолжительности нагрузок животных минеральной водой, что видно из приведенных в табл. 2 результатов опытов на крысах. Так, в первый период длительного опыта (1—12 сут) концентрация натрия в плазме крови у крыс при 1 % нагрузках минеральной водой увеличивалась на 3,9 %, а во второй период (13—24 сут) — на 8,5 %. В опытах с нагрузками минеральной водой крыс в дозе 2 % к массе тела в первый период концентрация натрия в плазме крови выше, чем в контрольных опытах на 10,8 %, а во второй период на 7,0 %. Приведенные данные указывают, таким образом, и на различия влияния минеральной воды на этот показатель обмена натрия при использовании ее в разных дозах. У собак увеличение концентрации натрия в плазме крови при 2 % нагрузках минеральной водой несколько меньше выражено, чем при 1 % нагрузках; у крыс соответственно, более значительно повышается концентрация натрия в первый период по сравнению со вторым периодом.

Таблица 1  
Влияние длительных водных нагрузок на обмен натрия и калия у собак

| Исследуемые показатели                       | n  | Контрольные опыты, $M \pm m$ | n   | Нагрузки ВВ, $M \pm m$ | n   | Нагрузки МВИ № 4 в объеме |    |                   |
|----------------------------------------------|----|------------------------------|-----|------------------------|-----|---------------------------|----|-------------------|
|                                              |    |                              |     |                        |     | 1 %, $M \pm m$            | n  | 2 %, $M \pm m$    |
| Концентрация натрия в плазме, ммоль/л        | 15 | 131,2 $\pm$ 1,7              | 36  | 136,1 $\pm$ 1,2        | 36  | 142,3 $\pm$ 1,8*          | 30 | 139,8 $\pm$ 1,7*  |
| Содержание натрия в сосудистом русле, ммоль  |    | 103,0                        |     | 113,3                  |     | 158,1                     |    | 136,2             |
| Фильтрационный заряд натрия, ммоль/мин       | 15 | 4,73 $\pm$ 0,56              | 18  | 5,47 $\pm$ 0,65        | 18  | 13,95 $\pm$ 1,58*         | 15 | 9,58 $\pm$ 1,17   |
| Абсолютная реабсорбция натрия                | 15 | 98,32 $\pm$ 0,22             | 18  | 95,42 $\pm$ 0,96       | 18  | 99,05 $\pm$ 0,17*         | 15 | 97,68 $\pm$ 0,21  |
| Концентрация натрия в суточной моче, ммоль/л | 71 | 161,6 $\pm$ 7,0              | 133 | 144,5 $\pm$ 4,2        | 124 | 153,3 $\pm$ 9,4           | 95 | 147,9 $\pm$ 6,3   |
| Суточный натрийурез, ммоль/м                 | 71 | 75,6 $\pm$ 5,2               | 133 | 99,0 $\pm$ 4,2         | 124 | 146,3 $\pm$ 7,1*          | 95 | 148,5 $\pm$ 10,0* |
| Концентрация калия в плазме крови, ммоль/л   | 15 | 4,79 $\pm$ 0,10              | 36  | 4,75 $\pm$ 0,09        | 36  | 4,61 $\pm$ 0,09           | 30 | 4,64 $\pm$ 0,08   |
| Содержание калия в сосудистом русле, ммоль   |    | 3,76                         |     | 3,96                   |     | 5,12                      |    | 4,52              |
| Концентрация калия в суточной моче, ммоль/л  | 71 | 79,2 $\pm$ 5,2               | 133 | 84,8 $\pm$ 3,4         | 124 | 61,2 $\pm$ 2,5*           | 95 | 72,4 $\pm$ 3,4*   |
| Суточный калийурез, ммоль/м <sup>2</sup>     | 71 | 32,5 $\pm$ 2,4               | 133 | 55,4 $\pm$ 2,4         | 124 | 58,2 $\pm$ 3,2            | 95 | 76,6 $\pm$ 5,4*   |

Примечание: \*—здесь и в следующей таблице достоверность различий  $p < 0,05$  по сравнению с контролем

Ежедневные нагрузки животных обычной водопроводной водой в дозе 1 % к массе тела повысили концентрацию натрия в плазме крови у собак лишь на 3,7 %, а у крыс по сути не отразились на этом показателе. Повышение концентрации натрия в плазме крови под влиянием ежедневных нагрузок минеральной водой обусловлено увеличением содержания натрия в сосудистом русле. Так, у собак в опытах с 1 % нагрузками минеральной водой содержание натрия в сосудистом русле

увеличилось на 53,5 %, а при 2 % нагрузках на 32,2 %. Разная степень изменений концентрации натрия в плазме крови и содержания этого катиона в сосудистом русле объясняется увеличением, под влиянием нагрузок минеральной водой и объема сосудистого русла, на что указывалось нами ранее [5].

Таблица 2

Влияние нагрузок водопроводной и минеральной водой на обмен натрия у белых крыс (на 100 г массы)

| Исследуемые показатели                   | Контрольные опыты $n=13$ | Нагрузки водопроводной водой 1—24 сут 1 % массы тела $n=24$ | Нагрузки минеральной водой |                  |                 |                  |
|------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------|-----------------|------------------|
|                                          |                          |                                                             | 1 % массы тела             |                  | 2 % массы тела  |                  |
|                                          |                          |                                                             | 1—12 сут $n=12$            | 13—24 сут $n=12$ | 1—12 сут $n=12$ | 13—24 сут $n=11$ |
| Плазма крови, ммоль/л                    | 138,3±4,6                | 137,5±1,7                                                   | 143,7±6,2                  | 150,0±5,5*       | 153,2±2,0*      | 148,0±2,0*       |
| Суточная моча, ммоль/л                   | 142,6±5,8                | 132,2±10,2                                                  | 135,5±18,5                 | 152,3±7,8        | 161,0±17,0      | 85,0±7,0*        |
| Суточный натриурез, ммоль/100 массы тела | 0,25±0,03                | 0,28±0,02                                                   | 0,38±0,06                  | 0,55±0,08*       | 0,32±0,04       | 0,26±0,02        |
| Печень, ммоль/кг ткани                   | 32,0±2,4                 | 27,4±2,6                                                    | 26,8±2,4                   | 24,2±4,2         | 27,1±3,6        | 25,7±2,5         |
| мкмоль/масса органа                      | 127,7                    | 109,3                                                       | 106,9                      | 96,6             | 108,1           | 102,5            |
| Желудочно-кишечный тракт, ммоль/кг ткани | 45,0±3,9                 | 39,1±1,7                                                    | 49,2±4,5*                  | 34,8±1,7         | 40,2±3,6        | 3,3±2,0          |
| мкмоль/масса                             | 415,4                    | 360,9                                                       | 454,1                      | 321,2            | 377,0           | 325,8            |
| Скелетные мышцы, ммоль/кг ткани          | 25,0±1,8                 | 22,6±2,2                                                    | 29,5±3,5                   | 18,0±2,1         | 20,3±1,9        | 19,2±1,8         |
| мкмоль/масса                             | 1057,5                   | 956,0                                                       | 1247,8                     | 761,4            | 858,7           | 812,2            |
| Кожа, ммоль/кг ткани                     | 48,8±3,7                 | 54,5±6,7                                                    | 57,0±6,2                   | 37,3±5,8         | 60,7±8,1        | 41,2±3,5         |
| мкмоль/масса                             | 1415,2                   | 1580,5                                                      | 1653,0                     | 1081,7           | 1760,3          | 1194,8           |
| Кости, ммоль/кг ткани                    | 99,8±6,0                 | 79,9±5,3                                                    | 90,2±9,7                   | 104,6±11,9       | 88,3±10,1       | 94,5±5,7         |
| мкмоль/масса                             | 756,4                    | 637,6                                                       | 719,8                      | 834,7            | 704,6           | 754,1            |

Содержание натрия в сосудистом русле определяется обменом этого катиона между желудочно-кишечным трактом и сосудистым руслом, между последним и тканями и интенсивностью выведения натрия почками и, в меньшей мере, кишечником. Экспериментальный анализ роли этих звеньев обмена натрия в его изменениях под влиянием минеральной воды проведен нами на белых крысах.

Ежедневные нагрузки крыс минеральной водой существенно отразились на концентрации и содержании натрия в желудочно-кишечном тракте и тканях (табл. 2).

При 1 % нагрузках минеральной водой эти изменения в течение длительного опыта разнонаправлены. Вначале, в период 1—12 сут опыта, можно отметить некоторое, недостоверное повышение на 9,3 %

концентрации последующий 22,7 %. При жании натрия данные позволяют нагрузок минеральной из ЖКТ и сосудистых ловнях превращения в натрия в ЖКТ щеварительный

Другой натрия в сосудах вышестоящих сел потеря еи жей и скел

Рис. 1. Содержание (а), коже (б) (белые столбики) нагрузок МВ в д

опытах тканей кости и печени 3356,8 мкмоль/объеме 1 % 3283,4 мкмоль/дозе во вто 17,4 % и п или на 14,7

Концентрация влиянием 1 периода длит Однако, в с дистое русло кожа — 333, по отношению русло из всо ствие перехо в мышцах 11,5 ммоль/л

Уменьш концентрация хода натрия минеральной модельные печени с до воды. Резу на активны новывается жание натрия на основании инулинового После холо, чение 90 м веменно, систе ках увеличи

концентрации и содержания натрия в желудочно-кишечном тракте, а в последующий период опыта (13—24 сут), наоборот, понижение на 22,7 %. При 2 % нагрузках минеральной водой концентрация и содержание натрия в ЖКТ на 13—24 сут понижается на 21,6 %. Полученные данные позволяют прийти к заключению, что в результате ежедневных нагрузок минеральной водой повышается интенсивность перехода натрия из ЖКТ в сосудистое русло, а точнее, обмен натрия между ЖКТ и сосудистым руслом характеризуется в этих условиях превалированием перехода натрия из кишечника в сосудистое русло над поступлением натрия в ЖКТ с пищей, водой и с секретами пищеварительных соков.

Другой причиной увеличения содержания натрия в сосудистом русле и, как следствие, повышения концентрации катиона в крови является потеря его мягкими тканями, в основном кожей и скелетными мышцами. В контрольных

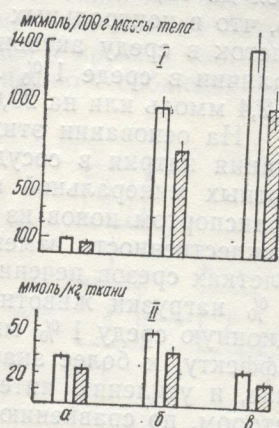


Рис. 1. Содержание (I) и концентрация (II) Na в печени (а), коже (б) и мышцах (в) крыс в контрольных опытах (белые столбики) и в период 13—24 сут ежедневных нагрузок МВ в дозе 1 % к массе тела (затрихованные столбики).

опытах тканевое депо, в данном случае это скелетная мышца, кожа, кости и печень, содержит при расчете на 100 г массы тела крыс 3356,8 ммоль натрия. Ежедневные нагрузки водопроводной водой в объеме 1 % к массе тела снижают запас натрия в этих тканях до 3283,4 ммоль или 2,2 %, а нагрузки минеральной водой в такой же дозе во второй период опыта (13—24 сут) до 2774,4 ммоль или на 17,4 % и при 2 % нагрузках минеральной водой до 2863,6 ммоль или на 14,7 %.

Концентрация натрия в печени, коже и скелетных мышцах под влиянием 1 % нагрузок минеральной водой уменьшается во второй период длительного опыта по сути в одинаковой степени, на 28—29 %. Однако, в связи с различной массой этих тканей отдают они в сосудистое русло далеко не одинаковое количество катиона: печень — 31,1, кожа — 333,5 и скелетная мышца — 296,1 ммоль натрия (рис. 1) или, по отношению к общему количеству натрия, переходящего в сосудистое русло из всех этих тканей, соответственно 4,7; 50,5 и 44,8 %. Как следствие перехода натрия из ткани в сосудистое русло, концентрация его в мышцах понижается на 7,0, в ткани печени на 7,8 и в коже на 11,5 ммоль/кг ткани.

Уменьшение содержания натрия в тканях на фоне повышенной его концентрации в крови указывает на активный характер процесса перехода натрия из ткани в кровь при ежедневных нагрузках животных минеральной водой. Для проверки этого положения нами проведены модельные опыты с холодовой и тепловой инкубацией срезов ткани печени с добавлением в КРФ раствор разных количеств минеральной воды. Результаты этих опытов свидетельствуют о влиянии МВИ № 4 на активный перенос ионов натрия через мембраны клеток печени. Основывается это заключение на следующих фактических данных. Содержание натрия в клетках интактной ткани печени крыс, рассчитанное на основании определения концентрации натрия в ткани и величины инулинового пространства, равно  $16,3 \pm 2,4$  ммоль/кг сырой ткани. После холодовой ( $0^\circ\text{C}$ ) инкубации срезов ткани в КРФ растворе в течение 90 мин, вследствие блокады энергетических процессов и, естественно, системы активного транспорта ионов, содержание натрия в клетках увеличивается до  $103,2 \pm 5,1$  ммоль/кг. При последующей инкуба-

ции этих срезов ткани печени в КРФ растворе при температуре 38 °С в течение 40 мин, в результате восстановления процессов метаболизма и функций системы активного переноса ионов, содержание натрия в клетках уменьшается до 53,9 ммоль/кг. Если же в инкубационную среду добавлена минеральная вода в количестве 1 или 2 % по отношению к объему этой среды, то содержание натрия в клетках уменьшается до 39,6 и 47,8 ммоль/кг. Соответствующие расчеты указывают на то, что в контрольных опытах в течение 40 мин тепловой инкубации из клеток в среду активно переносится  $49,3 \pm 2,7$  ммоль/кг натрия, а при наличии в среде 1 % МВИ № 4 —  $63,4 \pm 4,9$  ммоль, при 2 % —  $55,4 \pm 2,4$  ммоль или на 29,0 и 12,4 % больше.

На основании этих данных можно считать, что увеличение содержания натрия в сосудистом русле после многодневных нагрузок животных минеральной водой обусловлено, наряду с прочим, активным транспортом ионов из клеток тканевых депо натрия. Следует отметить тождественность изменений обмена натрия в тканях у животных и в клетках срезов печени при использовании МВИ № 4 в дозах 1 и 2 %. 1 % нагрузки животных минеральной водой и добавление в инкубационную среду 1 % минеральной воды приводят к более выраженному эффекту, к более значительной потере натрия тканями в первом случае, и усилению интенсивности переноса ионов из клеток в среду во втором, по сравнению с опытами, в которых использовались 2 % дозы минеральной воды.

Стимулируя переход натрия из ЖКТ и тканевых депо в сосудистое русло и, как следствие, повышая концентрацию натрия в крови, нагрузки минеральной водой приводят к значительному увеличению уровня фильтрационного заряда натрия и натриуреза (табл. 1, 2).

При 1 % нагрузках животных минеральной водой экскреция натрия почками увеличивается почти вдвое — на 93,5 % у собак и на 86,0 % у крыс. Следует указать на зависимость влияния минеральной воды на натриуретическую функцию почек от длительности опыта с ежедневными нагрузками минеральной водой, дозы минеральной воды и вида подопытных животных. Так, при 1 % нагрузках минеральной водой интенсивность натриуреза у крыс в первый период длительного опыта (1—12 сут) увеличивается на 52 %, а во второй период (13—24 сут) — на 120 %; 1 % нагрузки МВИ № 4 увеличивают натриурез у крыс почти вдвое, а 2 % нагрузки не влияют на эту функцию почек и, наконец, 1 % нагрузки во второй период опыта повышают уровень натриуреза у собак в среднем в полтора раза, а у крыс в два раза.

Общая картина изменений концентрации натрия у собак и у крыс под влиянием нагрузок минеральной водой, представленная на рис. 2, указывает на тесные коррелятивные связи этих изменений. Сопоставление результатов опытов с нагрузками водопроводной и минеральной водой в дозах 1 % к массе тела свидетельствует о том, что МВИ № 4, повышая интенсивность перехода натрия из ЖКТ у крыс на 9,6 % и из тканевых депо на 27,1 %, приводит в связи с увеличением содержания натрия в сосудистом русле, к повышению концентрации катиона в плазме крови на 9,1 % и, как следствие, к более интенсивной, по сравнению с водопроводной водой, экскреции натрия почками. У собак в аналогичных опытах с нагрузками минеральной водой изменения показателей обмена натрия отличаются лишь по степени.

Влияние минеральной воды на обмен калия проявляется лишь при использовании ее в больших дозах. Так, 1 % нагрузки минеральной водой, по сравнению с действием обычной водопроводной воды, не отражаясь на показателях обмена калия у собак (табл. 1), приводят в первый период длительного опыта к увеличению содержания калия в скелетных мышцах крыс и к более интенсивной экскреции у них этого катиона почками (табл. 3). Ежедневные нагрузки животных минераль-

ной водой в дозах 1 и 2 % приводит к переходу калия в следствие, интенсификации характера изменений при нагрузках также о тождественности результатов действий можно отнести, более значительную потерю

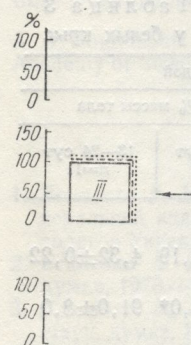


Рис. 2. Степень изменения концентрации натрия в сосудистом русле (I) и в тканях (II) при нагрузках минеральной водой.

Рис. 3. Степень изменения концентрации калия в сосудистом русле (I) и в тканях (II) при нагрузках минеральной водой.

Приведенные данные также как и минеральные изменения в тканях печени крыс, содержащих 0,25 ммоль/кг в печени 65,5 ммоль/кг в печени. Лишь большие дозы минеральной воды приводят к значительным изменениям.

В заключение следует отметить, что на обмен натрия в организме животных показатели этого катиона в органах и тканях являются тождественными с показателями натриуретической функции. Выводы из работы Трускавец [3] позволяют определить механизм диуретического действия минеральной воды, в частности

ной водой в дозе 2 % к массе тела обуславливают более значительный переход калия из ЖКТ и из тканевых депо в сосудистое русло и, как следствие, интенсивную экскрецию калия почкой. О взаимосвязанном характере изменений показателей обмена калия у подопытных животных при нагрузках их минеральной водой в дозе 2 % к массе тела, а также о тождественности результатов этих опытов у собак и крыс свидетельствуют данные, приведенные на рис. 3. К видовым отличиям можно отнести, так же как и при анализе изменений обмена натрия, более значительную выраженность этих изменений у крыс, в частности, большую потерю калия с мочой у крыс по сравнению с собаками.

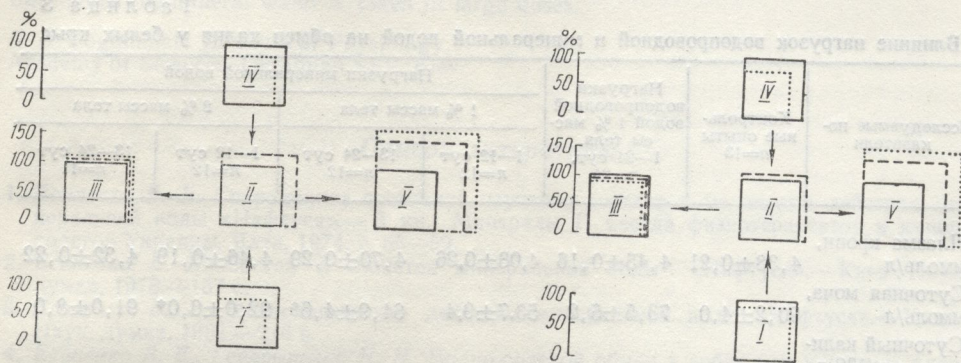


Рис. 2. Степень изменений концентрации Na в плазме крови (III), его содержания в сосудистом русле (II) в ЖКТ (I), тканевых депо (IV) и интенсивность натриуреза (V) в опытах с ежедневными нагрузками минеральной водой в дозе 1 % к массе тела у собак (штрих) и крыс (точки).

Рис. 3. Степень изменений содержания K в ЖКТ (I), тканевых депо (IV), в сосудистом русле (II), концентрации в плазме крови (III) и калиуреза в опытах с ежедневными нагрузками минеральной водой, в дозе 2 % к массе тела у собак (штрих) и крыс (точки).

Приведенные данные указывают на то, что МВИ № 4, кстати также как и минеральные воды типа «Нафтуса», вызывают менее выраженные изменения обмена калия по сравнению с влиянием этой минеральной воды на обмен натрия. Об этом говорят как результаты опытов с 1 % нагрузками, так и модельные опыты с инкубацией срезов ткани печени крыс в средах, содержащих разные количества минеральной воды. После тепловой инкубации срезов ткани печени в средах, содержащих 0,25—2,0 % минеральной воды, содержание калия в клетках печени колебалось в пределах 58,1—68,0 ммоль/кг, при 65,5 ммоль/кг в контрольных опытах, т. е. практически не меняется. Лишь большие дозы минеральной воды, использованные в течение длительного времени (13—24 сут) отражаются на обмене этого катиона, приводя к значительной потере его организмом.

В заключение можно отметить существенность влияния МВИ № 4 на обмен натрия в организме, на взаимосвязанный характер изменений показателей этого обмена, обуславливающий перераспределение этого катиона в органах, тканях и водных средах организма и значительный натриуретический эффект. С полным основанием можно констатировать тождественность изменений обмена натрия при длительном употреблении МВИ № 4 и минеральной воды типа «Нафтуса» (скв. 21-Н) к. Трускавец [3]. Более того, по аналогии с результатами упомянутой работы, со значительной степенью достоверности можно определить значение обнаруженных изменений обмена натрия в механизме диуретического действия МВИ № 4. В пользу этого свидетельствует, в частности, то, что повышение интенсивности натриуреза у со-

бак с 75,6 ммоль/м<sup>2</sup> в сутки в контрольных опытах до 146,3 ммоль/м<sup>2</sup> в сутки в опытах с ежедневными нагрузками минеральной водой в дозе 1 % к массе тела сопровождается увеличением диуреза с 472,7 до 1088,7 мл/м<sup>2</sup> в сутки, т. е. примерно в одинаково значительной степени. У крыс натриурез повышается в аналогичных опытах с 1 % нагрузками минеральной водой с 0,25 до 0,46 ммоль/100 г в сутки, а диурез с 1,85 до 3,60 мл/100 г в сутки или на 86,0 и 94,6 % соответственно. В то же время при 2 % нагрузках минеральной водой натриурез у крыс увеличен лишь до 0,29 ммоль/100 г в сутки, а диурез до 2,48 мл/100 г в сутки, т. е. в значительно меньшей мере.

Таблица 3

Влияние нагрузок водопроводной и минеральной водой на обмен калия у белых крыс

| Исследуемые показатели                | Контрольные опыты<br>n=13 | Нагрузки водопроводной водой 1 % массы тела,<br>1—24 сут,<br>n=24 | Нагрузки минеральной водой |                   |                  |                   |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|                                       |                           |                                                                   | 1 % массы тела             |                   | 2 % массы тела   |                   |
|                                       |                           |                                                                   | 1—12 сут<br>n=12           | 13—24 сут<br>n=12 | 1—12 сут<br>n=12 | 13—24 сут<br>n=11 |
| Плазма крови, ммоль/л                 | 4,38±0,21                 | 4,45±0,16                                                         | 4,08±0,26                  | 4,70±0,29         | 4,46±0,19        | 4,32±0,22         |
| Суточная моча, ммоль/л                | 90,2±4,0                  | 73,5±5,2                                                          | 53,7±9,4                   | 64,9±4,6*         | 92,0±6,0*        | 91,0±8,0          |
| Суточный калиурез, мк/100 г массы     | 0,16±0,02                 | 0,16±0,01                                                         | 0,13±0,01*                 | 0,22±0,01*        | 0,18±0,02        | 0,25±0,03*        |
| Печень ммоль/кг тк.                   | 48,6±8,5                  | 49,1±2,4                                                          | 49,7±6,2                   | 47,1±5,1          | 54,1±4,2         | 51,9±4,8          |
| ммоль/масса органа                    | 193,9                     | 195,9                                                             | 198,3                      | 187,9             | 215,9            | 207,1             |
| Желудочно-кишечный тракт ммоль/кг тк. | 51,1±3,9                  | 44,4±2,3                                                          | 56,6±3,7*                  | 51,8±5,5          | 47,6±3,7         | 41,7±4,2          |
| мк/масса                              | 471,7                     | 409,8                                                             | 522,4                      | 478,1             | 439,3            | 384,9             |
| Скелетные мышцы, ммоль/кг тк.         | 60,5±8,9                  | 68,7±5,3                                                          | 92,4±8,8*                  | 71,4±4,6          | 63,3±6,3         | 60,0±5,5          |
| мк/масса                              | 2559,2                    | 2906,0                                                            | 3908,5                     | 3020,2            | 2677,6           | 2538,0            |
| Кожа, ммоль/кг тк.                    | 48,5±4,4                  | 45,4±4,0                                                          | 29,3±3,2*                  | 38,7±6,7          | 37,8±4,9         | 26,3±3,3*         |
| мк/масса                              | 1406,5                    | 1316,6                                                            | 849,7                      | 1122,3            | 1096,2           | 762,7             |
| Кости, ммоль/кг тк.                   | 35,6±3,0                  | 46,4±6,0                                                          | 43,5±6,2                   | 39,6±7,3          | 28,3±1,4*        | 26,4±2,1*         |
| мк/масса                              | 284,1                     | 370,3                                                             | 347,1                      | 316,0             | 225,8            | 210,7             |

Другим важным обстоятельством, вытекающим из данных, является преимущество использования МВИ № 4 в умеренных дозах, оказывающих более значительное, чем при 2 % нагрузках, влияние на обмен натрия и обуславливающих высокий диуретический эффект и существенно не изменяющих обмен калия.

Результаты проведенного исследования, характеризующие действия МВИ № 4 на обмен электролитов, можно рассматривать как основание для апробации этой минеральной воды при лечении на этом курорте гастроэнтерологических больных с заболеваниями почек.

Experiments  
with mineral wat  
on sodium metab  
depots (muscles,  
tions in potassi  
only when the mi

A. A. Bogomoletz  
Academy of Scien

1. Есипенко Б. Е. неральной вод тологов Украи
2. Есипенко Б. Е. думка, 1978.—
3. Есипенко Б. Е. Наук. думка, 1
4. Есипенко Б. Е. ме минеральн мену и функци
5. Есипенко Б. Е. рорта Морши вотных.— Физ
6. Качур Л. С. I минеральной
7. Кримкевич Е. ХПН: Автореф
8. Кузнецова Г. при длительнс ных нагрузках
9. Haylett D., D. tential and el siol., 1972, 22

Институт физио.  
АН УССР, Киев

P. N. Titarenko, B. E. Esipenko, A. P. Kostromina

SODIUM AND POTASSIUM METABOLISM IN DOGS AND ALBINO RATS  
DRINKING FOR A LONG TIME SLIGHTLY MINERALIZED WATER  
FROM SPRING No. 4 OF MORSHIN SPA

Summary

Experiments on dogs and rats were carried out to show the effect of long-time loads with mineral water of Morshin spa spring No. 4 in a dose of 1 % against a body mass on sodium metabolism: on sodium redistribution between fat cells of the tissue, tissue depots (muscles, skin) and vascular bed and on sodium excretion by the kidneys. Variations in potassium metabolism in experimental animals are observed as hyperkaluresis only when the mineral water is taken in large doses.

A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,  
Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev

Список литературы

1. *Есипенко Б. Е.* Современное состояние изучения состава и механизма действия минеральной воды «Нафтуся». — В кн.: Минералы II съезда физиотерапевтов и курортологов Украины. Ялта, 1974, с. 56—59.
2. *Есипенко Б. Е.* Состав и свойства минеральной воды «Нафтуся». — Киев: Наук. думка, 1978. — 157 с.
3. *Есипенко Б. Е.* Физиологическое действие минеральной воды «Нафтуся». — Киев: Наук. думка, 1981. — 216 с.
4. *Есипенко Б. Е., Герасименко Н. И.* Водно-солевой обмен у собак при курсовом приеме минеральной воды «Нафтуся». — В кн.: IV Всесоюз. конф. по водно-солевому обмену и функции почек: Материалы науч. сообщ. Черновцы, 1974, с. 20.
5. *Есипенко Б. Е., Титаренко П. Н.* Влияние слабоминерализованной воды ист. № 4 курорта Моршин на обмен воды и диуретическую функцию почек у лабораторных животных. — Физиол. журн., 1982, № 3, с. 348—352.
6. *Качур Л. С.* Некоторые показатели водно-солевого обмена при приеме Семигорской минеральной воды: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Краснодар, 1963. — 18 с.
7. *Кримкевич Е. И.* Некоторые особенности электролитного и белкового обмена при ХПН: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Киев, 1973. — 142 с.
8. *Кузнецова Г. В., Зинина А. И., Горюнова Г. И.* Почечная экскреция электролитов при длительном введении Краснодарской минеральной воды в различных дозированных нагрузках. — Вopr. курортологии и физиотерапии, 1975, № 1, с. 49—50.
9. *Haylett D., Dyenkinson J.* Effects of noradrenaline on potassium efflux, membrane potential and electrolyte levels in tissue slices prepared from guinea-pig liver. — J. Physiol., 1972, 225, N 7, p. 721—750.

Институт физиологии им. А. А. Богомольца  
АН УССР, Киев

Поступила в редакцию  
19.VIII 1981 г.