

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИИ ПОЧЕК И ГОРМОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ У КРЫС ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ

Недовесова С.А.¹, Трофимович Е.М.², Турбинский В.В.², Айзман Р.И.^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет», Новосибирск, e-mail: nedovesovasweta@mail.ru;

²«Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Новосибирск

Проведен анализ влияния длительного потребления питьевой воды с повышенным содержанием ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} на водо- и ионоуретическую функцию почек, а также гормональные показатели плазмы крови крыс линии Wistar 3-х групп ($\text{Ca}^{2+}=20$ мг/дм³ и $\text{Mg}^{2+}=5$ мг/дм³ – контроль, 2-я группа – $\text{Mg}^{2+}=85$ мг/дм³ и 3-я группа – $\text{Ca}^{2+}=140$ мг/дм³). Показано, что на первом месяце потребления происходит напряжение осморегулирующих механизмов, а к шестому месяцу различия в почечных функциях сглаживаются, что говорит об адаптации организма к ионным нагрузкам. На первом этапе (3 мес.) большие изменения ионоуретической функции наблюдались у животных, потреблявших питьевую воду с повышенным содержанием Mg^{2+} , к 6 месяцу – Ca^{2+} . При этом у крыс обеих экспериментальных групп к 6 месяцу снижается концентрация кортизола и гормонов щитовидной железы, что может свидетельствовать об истощении регуляторных механизмов в результате длительного напряжения гормональной системы.

Ключевые слова: питьевая вода, кальций, магний, крысы, плазма крови, функция почек, гормоны.

COMPARATIVE ANALYSIS OF RENAL FUNCTION AND HORMONAL ACTIVITY IN RATS WITH THE CONSUMPTION OF DRINKING WATER WITH A HIGH CONCENTRATION OF CALCIUM AND MAGNESIUM

Nedovesova S.A.¹, Trofimovich E.M.², Turbinsky V.V.², Aizman R.I.^{1,2}

¹Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, e-mail: nedovesovasweta@mail.ru;

²Novosibirsk Research Institute of hygiene of the Federal service for supervision of consumer rights protection and human welfare, Novosibirsk

The analysis of the chronic effects of prolonged consumption of drinking water with high concentration of ions Ca^{2+} and Mg^{2+} on diuretic and ionoreticrenal functions, and hormonal parameters of blood plasma in Wistar rats of 3-x groups ($\text{Ca}^{2+}=10$ mg/dm³ and $\text{Mg}^{2+}=5$ mg/dm³ – control, group 2 – $\text{Mg}^{2+}=85$ mg/dm³ and group 3 – $\text{Ca}^{2+}=140$ mg/dm³). It is shown that an the first month of water intake the renal response of osmoregulatory mechanisms is activated, and by the sixth month the differences are smoothed out, to a greater extent indicating the adaptation of the organism to ion loads. At the first stage (3 months) the more pronounced changes in ionoretic response were observed following intake of water with higher content of Mg^{2+} , at thesecond stage (6 months) – Ca^{2+} . In rats of the two experimental groups the concentration of the stress hormone, cortisol and thyroid hormones decreased, which may indicate depletion of theregulatory mechanisms as a result of prolonged stress of hormonal system.

Keywords: drinking water, calcium, magnesium, rats, blood plasma, kidney function, hormones.

Гигиенически полезная вода содержит семь витальных ионов, среди которых есть два двухвалентных катиона – Ca^{2+} и Mg^{2+} [1]. В воде они присутствуют в виде раствора солей с анионами HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} и частично в виде свободных ионов. Соли $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ придают воде специфическое свойство – карбонатную жесткость, которая имеет условную количественную характеристику, образуемую суммой катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} с анионами SO_4^{2-} , Cl^- , OH^- , CO_3^{2-} .

Оптимальную жесткость воды с точки зрения здоровья человека трудно

определить. Большинство авторов рекомендует наиболее благоприятные значения для Mg^{2+} как минимум 20-35 мг/дм³, для Ca^{2+} – около 40-80 мг/дм³ и жесткость воды 2-4 мг/дм³ [2, 3].

При высоких или низких концентрациях Ca^{2+} или Mg^{2+} в питьевой воде наблюдается ионный сдвиг в плазме и включаются гормональные механизмы регуляции их метаболизма [4]. Потребление питьевой воды с дефицитом или избытком Ca^{2+} и/или Mg^{2+} , необходимых организму для нормального функционирования, может привести к развитию разного рода патологий.

Исследования европейских ученых, касающиеся взаимосвязи содержания Ca^{2+} и Mg^{2+} в питьевой воде и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, показали, что проявление значительных последствий для здоровья возникает уже после одного года постоянного потребления воды с дисбалансом данных ионов [5]. Опубликовано множество работ, документирующих рост заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, связанных с дефицитом Ca^{2+} и Mg^{2+} в питьевой воде [6-8].

При стрессовых ситуациях – стойком дефиците или избытке Ca^{2+} или Mg^{2+} в плазме активируется процесс миграции ионов из/в депо, в транспорте которых играют значительную роль разные гормоны, в том числе кортизол, тироксин, трийодтиронин и другие [9].

При этом влияние избыточного содержания Ca^{2+} и Mg^{2+} в питьевой воде, определяющих ее жесткость, на мочевыделительную систему и, в частности, водно-солевой обмен, практически не исследовано.

Вышесказанное позволило определить **цель работы**: изучение влияния длительного потребления питьевой воды с повышенным содержанием ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} на водо- и ионоуретическую функцию почек и концентрацию некоторых адаптивных гормонов в плазме крови крыс.

Материалы и методы исследования. В экспериментальном исследовании (6 мес.) использованы лабораторные белые крысы линии Wistar. Подбор животных и формирование групп осуществляли согласно рекомендациям И.М. Трахтенберга и соавт. [10]. В течение одной недели животные получали стандартный рацион вивария и питьевую воду, соответствующую СанПин 2.1.4.1074 –01 «Водапитьевая» (содержание Ca^{2+} =20 мг/дм³ и Mg^{2+} = 6 мг/дм³, что позволяет характеризовать данную группу как контрольную. После периода адаптации крысы были разделены на 3 группы: 1-я группа – контроль ($n=10$), 2-я группа животных получала имитаты питьевой воды с повышенным содержанием Mg^{2+} =55 мг/дм³ ($n=10$) и 3-я группа – с содержанием Ca^{2+} =100 мг/дм³ ($n=10$). После первого месяца эксперимента в связи с адаптацией организма животных, концентрация Mg^{2+} во 2-й

экспериментальной группе была увеличена до 85 мг/дм³ и Ca²⁺ в 3-й экспериментальной группе до 140 мг/дм³.

Все эксперименты выполняли в соответствии с Международными рекомендациями, принятыми Международным советом научных обществ (CIOMS) в 1985 г. и правилами лабораторной практики в РФ (Приказ МЗ РФ от 19.06. 2003, № 267).

У всех групп животных в динамике наблюдения (на 1-м, 4-ми 6-м месяцах) потребления питьевой воды изучали функцию почек путем сбора фоновых проб мочи в течение 4 часов и за 3 часа после приема 5 % водной нагрузки в соответствии с рекомендациями для изучения осморегулирующей функции почек [11]. В собранных образцах определяли объем мочи, концентрацию макроэлементов (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), креатинина и осмолярность. На основании этих данных общепринятыми методами рассчитывали следующие показатели: диурез (V), скорость клубочковой фильтрации (СКФ), относительную реабсорбцию жидкости (%RH₂O), осмотическую концентрацию мочи (U_{osm}), концентрацию катионов в моче (U_xV) и экскретируемые фракции катионов (EF_x), как показатель их реабсорбции, характеризующие водо- и ионовыделительную функции почек [4, 11]. В конце эксперимента (6-й месяц) крыс декапитировали и собирали пробы крови для исследования концентрации некоторых адаптивных гормонов в плазме – кортизола, тиреотропного гормона (ТТГ) и тиреоидных гормонов.

Концентрации ионов Ca²⁺, Mg²⁺, креатинина определяли методом биохимического анализа проб (анализатор «BS-200E», Китай); концентрацию электролитов Na⁺ и K⁺ в моче – методом пламенной фотометрии (BWB-XPF lame Photometer, Великобритания); осмолярность мочи измеряли методом криоскопии (миллиосмометр «Osmomat», Германия), концентрацию гормонов – иммуноферментным методом с использованием отечественных стандартных наборов (фотометр «Multiskan FC», США).

Статистический анализ результатов исследования проводили по непараметрическим критериям методами вариационной статистики в динамике наблюдения в каждой группе и при сравнении разных групп; различия считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$ [12].

Результаты исследования. На первом месяце приема питьевой воды с повышенными по сравнению с контролем концентрациями Ca²⁺ и Mg²⁺ фоновый диурез у крыс обеих экспериментальных групп был статистически значимо ниже контрольной. При этом отмечалось повышение относительной реабсорбции жидкости и осмолярности мочи. Это может свидетельствовать о напряжении осморегулирующей функции почек.

После приема 5 % водной нагрузки различия между группами по показателям диуреза, скорости клубочковой фильтрации, реабсорбции жидкости сглаживались и статистически значимо не отличались. При этом у 3-й экспериментальной группы

сохранялось повышение осмолярности мочи (табл.1).

Таблица 1

Диуретическая функция почек крыс на первом месяце эксперимента

Показатель	Концентрация Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , мг/дм ³		
	Контроль	Mg ²⁺ 55	Ca ²⁺ 100
<i>Фон</i>			
V, мл/100г*час	0,29±0,04	0,15±0,03*	0,17±0,02*
СКФ, мл/100г*час	28,57±1,51	25,32±2,68	21,12±2,10*
%RH ₂ O, %	98,99±0,08	99,42±0,05*	99,26±0,08*
U _{осм} , Мосм/л	982±89,5	1477,80±83,20*	1602,4±129,3*
<i>После 5% от массы тела водной нагрузки (за 3 часа)</i>			
V, мл/100г*час	1,35±0,06	1,41±0,06	1,29±0,08
СКФ, мл/100г*час	35,99±2,33	33,15±1,26	34,01±2,08
%RH ₂ O, %	96,19±0,17	95,69±0,25	96,15±0,22
U _{осм} , Мосм/л	162,80±20,51	161,10±12,16	217,20±20,99*

Примечания: здесь и в последующих таблицах: 1. *p<0,05 по сравнению с контролем; 2. Δp<0,05 между 2-й и 3-й экспериментальными группами.

Анализ ионоуретической функции почек показал, что уже через 1 месяц после приема питьевой воды с разными концентрациями Ca²⁺ и Mg²⁺ в фоновых пробах мочи наблюдалось статистически значимое снижение экскреции основных ионов, вероятно, за счет уменьшения диуреза и благодаря усилению реабсорбции катионов, на что указывало статистически значимое снижение экскретируемых фракций ионов, кроме Na⁺. После 5 % водной нагрузки происходило увеличение экскреции ионов Ca²⁺, Na⁺ и K⁺, особенно выраженное в 3-й экспериментальной группе, что свидетельствует об активации ионорегулирующих механизмов после приема воды с высокой концентрацией Ca²⁺, тогда как между 1-й и 2-й группами различия практически не наблюдались (табл. 2).

Таблица 2

Ионоуретическая функция почек крыс на первом месяце эксперимента

Показатель	Концентрация Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , мг/дм ³		
	Контроль	Mg ²⁺ 55	Ca ²⁺ 100
<i>Фон</i>			
UCaV, мМ/100г*час	1,22±0,15	0,48±0,07*	0,80±0,18*
EFCa, %	1,96±0,24	0,88±0,11*	1,71±0,36 ^Δ
UMgV, мМ/100г*час	0,94±0,10	0,52±0,08*	0,53±0,07*
EFMg, %	4,72±0,36	2,82±0,23*	3,65±0,40 ^Δ
UNaV, мМ/100г*час	12,28±1,14	10,94±1,97	7,76±2,06*
EFNa, %	0,30±0,02	0,28±0,3	0,25±0,06
UKV, мМ/100г*час	15,87±1,62	11,79±1,85*	7,25±1,58*
EFK, %	8,09±1,18	6,36±0,52	4,82±0,82 ^Δ
<i>После 5 % от массы тела водной нагрузки (за 3 часа)</i>			
UCaV, мМ/100г*час	0,82±0,17	0,66±0,09*	1,39±0,49 ^Δ
EFCa, %	0,94±0,35	0,90±0,13	2,02±0,75 ^Δ
UMgV, мМ/100г*час	3,84±0,27	3,40±0,29	3,91±0,22
EFMg, %	15,47±1,00	14,66±1,10	16,77±0,95
UNaV, мМ/100г*час	5,05±0,88	4,21±0,36	7,38±0,70 ^Δ
EFNa, %	0,10±0,02	0,09±0,01	0,15±0,01 ^Δ
UKV, мМ/100г*час	36,78±2,97	30,19±3,31	43,74±2,48 ^Δ
EFK, %	14,40±1,02	12,76±1,28	18,45±1,39*

Это свидетельствует о том, что водная нагрузка снижает напряжение осморегулирующих механизмов во всех группах, но стимулирует экскрецию основных катионов в 3-й группе.

В связи с адаптацией животных к описанным концентрациям ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} мы увеличили концентрацию этих ионов в воде Mg^{2+} до 85 мг/дм^3 и Ca^{2+} до 140 мг/дм^3 . После 4-х месяцев приема питьевой воды с различным содержанием ионов наблюдалось снижение уровня фонового диуреза в экспериментальных группах за счет повышения относительной реабсорбции жидкости. После введения 5 %-ной водной нагрузки сохранялись статистически значимые отличия по сравнению с контрольной группой, в отношении СКФ и реабсорбции жидкости, благодаря чему скорость мочеотделения и осмолярность мочи между группами не различались (табл. 3).

Таблица 3

Диуретическая реакция почек крыс на 4 месяце после начала эксперимента

Показатель	Концентрация, Mg^{2+} , Ca^{2+} , мг/дм ³		
	Контроль	$\text{Mg}^{2+}85$	$\text{Ca}^{2+} 140$
<i>Фон</i>			
$V, \text{мл}/100\text{г} \cdot \text{час}$	$0,29 \pm 0,06$	$0,16 \pm 0,02^*$	$0,22 \pm 0,03$
$\text{СКФ}, \text{мл}/100\text{г} \cdot \text{час}$	$10,09 \pm 1,09$	$13,42 \pm 2,94$	$14,89 \pm 1,70^*$
$\% \text{RH}_2\text{O}, \%$	$97,08 \pm 0,57$	$98,56 \pm 0,25^*$	$98,46 \pm 0,21^*$
$U_{\text{osm}}, \text{мосм}/\text{л}$	$568,25 \pm 77,24$	$833,29 \pm 108,10^*$	$692,8 \pm 108,6$
<i>После 5 % от массы тела водной нагрузки (за 3 часа)</i>			
$V, \text{мл}/100\text{г} \cdot \text{час}$	$1,43 \pm 0,09$	$1,47 \pm 0,11$	$1,47 \pm 0,08$
$\text{СКФ}, \text{мл}/100\text{г} \cdot \text{час}$	$11,20 \pm 0,49$	$15,34 \pm 1,57^*$	$13,91 \pm 0,54^*$
$\% \text{RH}_2\text{O}, \%$	$87,13 \pm 0,75$	$89,93 \pm 1,09$	$89,35 \pm 0,48^*$
$U_{\text{osm}}, \text{мосм}/\text{л}$	$122,75 \pm 18,43$	$99,00 \pm 9,85$	$117,17 \pm 18,04$

При анализе ионоуретической функции почек крыс через 4 месяца потребления воды разного ионного состава статистически значимые отличия в выведении основных ионов выявлены в экспериментальных группах по сравнению с контролем (табл. 4).

Таблица 4

Ионоуретическая реакция почек крыс через 4 месяце после начала эксперимента

Показатель	Концентрация Mg^{2+} , Ca^{2+} , мг/дм ³		
	Контроль	$\text{Mg}^{2+}85$	$\text{Ca}^{2+} 140$
<i>Фон</i>			
$U_{\text{CaV}}, \text{мм}/100\text{г} \cdot \text{час}$	$0,18 \pm 0,04$	$0,35 \pm 0,05^*$	$0,28 \pm 0,05^*$
$\text{EFCa}, \%$	$0,73 \pm 0,12$	$1,56 \pm 0,31^*$	$0,95 \pm 0,14$
$U_{\text{MgV}}, \text{мм}/100\text{г} \cdot \text{час}$	$0,99 \pm 0,19$	$0,54 \pm 0,07^*$	$0,71 \pm 0,10$
$\text{EFMg}, \%$	$6,09 \pm 1,46$	$4,02 \pm 0,77^*$	$4,08 \pm 0,53^*$
$U_{\text{NaV}}, \text{мм}/100\text{г} \cdot \text{час}$	$0,08 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,03^*$	$0,06 \pm 0,02$
$\text{EFNa}, \%$	$0,01 \pm 0,00$	$0,01 \pm 0,00$	$0,01 \pm 0,00$
$U_{\text{KV}}, \text{мм}/100\text{г} \cdot \text{час}$	$25,87 \pm 3,54$	$19,72 \pm 4,40^*$	$18,06 \pm 2,84^*$
$\text{EFK}, \%$	$1,83 \pm 0,22$	$1,07 \pm 0,14^*$	$0,93 \pm 0,21^*$
<i>После 5 % от массы тела водной нагрузки (за 3 часа)</i>			
$U_{\text{CaV}}, \text{мм}/100\text{г} \cdot \text{час}$	$0,38 \pm 0,15$	$0,50 \pm 0,15$	$0,28 \pm 0,03$
$\text{EFCa}, \%$	$1,47 \pm 0,53$	$1,69 \pm 0,47$	$0,96 \pm 0,12$
$U_{\text{MgV}}, \text{мм}/100\text{г} \cdot \text{час}$	$2,74 \pm 0,37$	$3,98 \pm 0,44^*$	$3,12 \pm 0,29$

EFMg,%	19,74±2,06	22,27 ±2,37*	18,07±1,66
UNaV,мМ/100г*час	0,29±0,09	0,24 ±0,04	0,43±0,13
EFNa,%	0,02±0,00	0,01 ±0,00	0,02±0,01
UKV,мМ/100г*час	35,49±5,47	24,74 ±3,67*	22,20±5,15* ^Δ
EFK,%	46,99±6,44	21,05 ±2,41*	22,22±5,73* ^Δ

В отличие от 1-го месяца, в фоновых пробах мочи наблюдалось статистически значимое повышение экскреции и экскретируемых фракций ионов Ca²⁺ и Na⁺, снижение уровня экскреции ионов Mg²⁺ и K⁺. Описанные изменения ионоуреза были особенно отчётливо выражены в группе с повышенным потреблением Mg²⁺. После водной нагрузки большинство отличий нивелировалось, при сохранении повышенного по сравнению с контролем выведения Mg²⁺ (2-я экспериментальная группа) и уменьшении калийуреза.

На 6 месяце эксперимента почечная функция в условиях фонового сбора мочи свидетельствовала о напряжении осморегулирующих механизмов в 3-й группе крыс, что выражалось в более низком уровне диуреза, повышенной реабсорбции жидкости и осмолярности. Во второй опытной группе эти различия были выражены в меньшей степени (табл. 5).

Таблица 5

Диуретическая функция почек крыс на шестом месяце эксперимента

Показатель Конецэксперимента	Концентрация Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , мг/дм ³		
	Контроль	Mg ²⁺ 85	Ca ²⁺ 140
<i>Фон</i>			
V,мл/100г*час	0,20±0,02	0,23±0,02	0,17±0,01* ^Δ
СКФ,мл/100г*час	11,95±1,33	13,98±0,86	15,02±1,10*
%RH ₂ O,%	98,26±0,25	99,02±0,63*	98,89±0,06*
Uosm,Мосм/л	1147,81±127,69	1134,79±117,82	1565,81±122,02* ^Δ

К этому периоду статистически значимых отличий ионоуретической функции почек у экспериментальных животных по сравнению с контролем практически не наблюдалось (за исключением увеличения реабсорбции K⁺), что следует расценивать как адаптацию ионорегулирующих механизмов к питьевой воде с повышенным содержанием Ca²⁺ и Mg²⁺ (табл.6).

Таблица 6

Ионоуретическая функция почек крыс на шестом месяце эксперимента

Показатель Конецэксперимента	Концентрация Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , мг/дм ³		
	Контроль	Mg ²⁺ 85	Ca ²⁺ 140
<i>Фон</i>			
UCaV,мМ/100г*час	0,76±0,17	1,09±0,14	0,96±0,08
EFCa,%	2,51±0,54	3,07±0,29	2,79±0,17
UMgV,мМ/100г*час	0,70±0,11	0,79±0,08	0,59±0,05
EFMg,%	3,33±0,46	2,74±0,21	2,01±0,16* ^Δ
UNaV,мМ/100г*час	0,13±0,03	0,10±0,01	0,17±0,03

EFNa,%	0,01±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01
UKV,мМ/100г*час	34,17±6,72	38,29±5,36	45,81±3,05* ^Δ
EFK,%	75,55±1,54	46,10±5,09	39,20±1,92* ^Δ

В регуляции осмо- и ионорегулирующей функции почек, а также в адаптивных реакциях организма большую роль играют гормоны коры надпочечников и щитовидной железы [9, 13]. Исследование концентрации основных адаптивных гормонов в плазме показало, что питьевая вода с повышенным уровнем Ca^{2+} и Mg^{2+} к 6-му мес. наблюдения вызывала снижение концентрации кортизола и тироксина, уровень ТТГ и трийодтиронина статистически значимо не отличался между группами (табл. 7).

Таблица 7

Влияние длительного потребления питьевой воды с повышенным содержанием кальция и магния на концентрацию в плазме крови основных адаптивных гормонов

Группа	Показатели			
	Кортизол, нМ/л	Тиреотропный гормон, мМЕ/л	Трийодтиронин (Т3), нМ/л	Тироксин (Т4), нМ/л
Контроль	134,36±5,38	1,38±0,41	3,04±0,12	144,66±7,31
$Mg^{2+}85$	100,57±5,52*	1,25±0,63	2,85±0,20	112,40±12,57*
$Ca^{2+} 140$	111,07±11,70*	1,45±0,66	2,81±0,17	124,56±9,72*

Заключение. Таким образом, совокупность показателей, характеризующих реакцию организма на длительный прием питьевой воды с повышенным содержанием Ca^{2+} и Mg^{2+} , позволяет сделать вывод о том, что на первом месяце потребления происходит напряжение осморегулирующих механизмов в фоновых пробах. На 4-м месяце эксперимента снижается напряжение осморегулирующей функции и усиливается экскреция ионов, особенно при потреблении воды с высоким содержанием Mg^{2+} , отражая напряжение ионорегулирующих механизмов. К шестому месяцу различия по сравнению с контрольной группой сглаживаются, что говорит о формировании адаптации организма к питьевой воде с повышенным содержанием Ca^{2+} и Mg^{2+} . В большей степени разница осмо- и ионорегулирующих показателей к 6 мес. выражена при потреблении питьевой воды с повышенным содержанием Ca^{2+} . Водные нагрузки уменьшают напряжение осмо- и ионорегулирующих механизмов, вероятно, в результате усиления процесса разведения. К этому времени у крыс, получавших питьевую воду с содержанием $Mg^{2+}85$ и $Ca^{2+} 140$ мг/дм³, также снижалась концентрация гормонов кортизола и Т4, особенно после приема воды с высоким содержанием Mg^{2+} , что, вероятно, свидетельствует о снижении функциональных резервов адаптивных регуляторных механизмов в результате длительного напряжения гормональной системы, обеспечивающей гидро- и ионоуретическую реакцию почек в

течение 6 месяцев. Более существенное снижение концентрации этих гормонов после приема воды, содержащей Mg^{2+} в концентрации 85 мг/дм^3 , чем в группе потреблявшей Ca 140 мг/дм^3 может свидетельствовать о большей «плате» за функциональную адаптацию системы регуляции водно-солевого обмена при хроническом действии Mg^{2+} на организм.

Список литературы

1. Трофимович Е.М. Метаболизм питьевой воды. Гигиенический аспект /Е.М. Трофимович // Сборник: Материалы Пленума Научного Совета РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды. – М.: МЗ РФ, ОМН РАН, 2016. – С. 428–431.
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 220 с.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Новосибирской области в 2016 году: Государственный доклад. – Н.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Новосибирской области, 2017. – 264 с.
4. Наточин Ю.В. Ионорегулирующая функция почек / Ю.В. Наточин. – Л.: Наука, 1976. – 267с.
5. Maksimovic Z., Rsumovic M., Djordjevic M. Magnesium and calcium in drinking water in relation to cardiovascular mortality in Serbia. Bull. T CXL Acad. Serbe Sci. Arts, 2010. – Vol. 46. – P.131–140.
6. Blaine J., Chonchol M., Levi M. Renal control of calcium, phosphate, and magnesium homeostasis // Clinical Journal of the American Society of Nephrology. – 2015. – № 10(7). – P. 1257–1272. DOI: 10.2215/CJN.09750913
7. Rapant S., Cveckova V., Fajcikova K., Dietzova Z., Stehlikova B. Chemical composition of groundwater/drinking water and oncological disease mortality, Slovak Republic. Environ. Geochem. Health.2016. – Vol. 39. – P 191-208.
8. Yang C.-Y., Chiu H.-F., Cheng B.-H., Hsu T.-Y., Cheng M.-F., Wu T.-N. Calcium and magnesium in drinking water and the risk of death from breast cancer // J. Toxicol. Environ. Health Part A Curr. – 2000. – Vol. 60. – P. 231–241.
9. Гарднер Д., Шобек Д. Базисная и клиническая эндокринология. Пер. с англ. / Д. Гарднер, Д. Шобек. – М., 2013. – 460 с.
10. Трахтенберг И.М. Проблемы нормы в токсикологии / И.М. Трахтенберг, Р.Е. Сова, В.О. Шефтель. – М.: Медицина, 1991. – 208 с.

11. Айзман Р.И. Оценка водно-солевого обмена и функции почек с помощью нагрузочных проб / Р.И. Айзман, Л.К. Великанова // Новые методы научных исследований в клинической и экспериментальной медицине. – Новосибирск: НГМУ, 1980. – С. 5-13.
12. Петри А., Сэбин К. Наглядная медицинская статистика. Учебное пособие / Пер. с англ. / А. Петри, К. Сэбин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 216 с.
13. Rosborg I. (Ed.) Drinking Water Minerals and Mineral Balance Importance, Health Significance, Safety Precautions; Springer: Cham, Switzerland, 2015. – 140 p.