

УДК 591.4 (045)

ВЛИЯНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА, КАЛЬЦИЯ, МАГНИЯ И ФТОРА НА ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ И ПОЧЕК БЕЛЫХ КРЫС

Комарова Н.А.¹, Шубина О.С.¹

¹*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева», Саранск, Россия (430007, г. Саранск, ул. Студенческая, 13А), e-mail: ninasm@bk.ru*

Изучено воздействие повышенного содержания ионов железа, кальция, магния и фтора питьевой воды г. Саранска на показатели крови и почек белых крыс. Анализ крови проводили с помощью морфологических и биохимических методов исследования. Цито- и морфометрия почек белых крыс проводилась с помощью цифрового микроскопа Axio Imager.M2 (ZEISS, Япония) с программным обеспечением для анализа изображений AxioVision SE64 Rel. 4.8.3 и ZEN 2011. Полученные результаты показали, что водопроводная вода не влияет на показатели крови небеременных крыс, в то же время при длительном применении оказывает неспецифическое действие на показатели крови беременных животных. Морфологические и морфометрические изменения почек беременных животных, потреблявших воду г. Саранска, проявляются в виде снижения количества почечных телец, увеличения площади почечного тельца и площади почечного клубочка.

Ключевые слова: ионы железа, кальция, магния, почки, кровь.

THE INFLUENCE OF DRINKING WATER WITH HIGH CONTENT OF IRON IONS, CALCIUM, MAGNESIUM AND FLUORIDE ON THE BLOOD COUNTS AND KIDNEY OF WISTAR RATS

Komarova N.A.¹, Shubina O.S.¹

¹*The Mordovian state teacher training college of a name of M.E. Evseveva, Saransk, Russia (430007, Saransk, street Student's, 13A), e-mail: ninasm@bk.ru*

We studied the impact of increased content of iron, calcium, magnesium and fluoride drinking water, Saransk on the blood counts and kidney of Wistar rats. The blood analysis was performed using morphological and biochemical methods. Cyto - and morphometry of the kidneys of Wistar rats was carried out using a digital microscope Axio Imager.M2 (ZEISS, Japan) with software for image analysis AxioVision SE64 Rel. 4.8.3 and ZEN 2011. The results showed that tap water does not affect the blood of non-pregnant rats, at the same time with long-term use has a nonspecific effect on the blood of pregnant animals. Morphological and morphometric changes of the kidneys of pregnant animals consumed water, Saransk manifested in the form of reducing the number of renal cells, increasing the area of renal cells and the area of the renal glomerulus.

Keywords: iron ions, calcium, magnesium, kidneys, blood.

Проблема чистой питьевой воды становится в последние годы одним из важнейших факторов национальной безопасности в области охраны здоровья населения как за рубежом, так и в Российской Федерации [2; 4; 5]. Подземные воды Республики Мордовия имеют хорошие вкусовые качества, но не совсем безвредны по химическому составу. Отмечается повышенное содержание фтора, железа и общей жесткости в воде [2]. Известно, что постоянное употребление воды с повышенной жесткостью приводит к накоплению солей в организме и в конечном итоге к заболеванию суставов (артриты, полиартриты), образованию камней в почках и желчных путях [1; 3]. Учитывая значение почек как основного экскреторного органа при поддержании водно-солевого баланса организма, было предпринято сравнительное исследование влияния потребления водопроводной воды г. Саранска с повышенным содержанием ионов железа, кальция, магния

на структурно-функциональное состояние данного органа и некоторые показатели крови небеременных и беременных лабораторных животных.

В качестве биологического тест-объекта в работе использовали белых беспородных половозрелых крыс-самок массой 180-200 г. Всего использовано 60 животных. В соответствии с поставленными задачами животные разбивались на группы. Первую (контрольную) группу составили самки, которые потребляли фасованную негазированную питьевую воду «Акваминерале», сбалансированную по содержанию микро- и макроэлементов согласно требованиям СанПиНа. Вторую (опыт 1) группу составили беременные самки, в качестве питья получавшие питьевую воду «Акваминерале». Третью (опыт 2) группу составили самки, в качестве питья получавшие воду с повышенным содержанием ионов железа, кальция, магния и фтора из центральной системы водоснабжения города Саранска. В четвертую (опыт 3) группу входили беременные крысы, потреблявшие водопроводную воду г. Саранска с повышенным содержанием ионов железа, кальция, магния и фтора.

Эксперимент проводился в летне-осенний период в помещении при температуре 22-25 °С и относительной влажности 67-70%. Животные находились на общем режиме вивария, имели свободный доступ к корму и воде.

Беременность устанавливали, определяя момент спаривания самок, находящихся в состоянии течки. Животные считались беременными с утра того дня, когда во влагалищном содержимом обнаруживали сперматозоиды.

Животные каждой группы забивались на 21-е сутки эксперимента путем декапитации под наркозом эфира с хлороформом с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) и Хельсинкской декларации, и в соответствии с требованиями правил проведения работ с использованием экспериментальных животных.

Материалом исследования служили кровь и почки белых крыс.

В крови животных с помощью морфологических методов определяли количество эритроцитов и лейкоцитов, концентрацию гемоглобина, скорость оседания эритроцитов. Биохимическими методами в сыворотке крови определяли общее количество белка, креатинина и мочевины.

С целью изучения морфологических изменений в организме животных при потреблении питьевой воды «Акваминерале», водопроводной воды с повышенным содержанием ионов железа, кальция, магния и фтора для исследования брались кусочки почки размером 10X10 мм. Для гистологического исследования материал фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Зафиксированные образцы после промывки в

проточной воде подвергали обезвоживанию путем помещения исследуемого материала в спирты возрастающей концентрации и заливали в парафин по общепринятой методике. Готовили гистологические срезы толщиной 7-10 мкм, окрашивали их гематоксилин-эозином по Ван-Гизону и исследовали с помощью цифрового микроскопа Axio Imager.M2 (ZEISS, Япония) с программным обеспечением для анализа изображений AxioVision SE64 Rel. 4.8.3 и ZEN 2011.

При обзорной микроскопии проводили морфологический анализ структурных тканевых компонентов почек, после чего изучали морфометрические параметры: количество телец в поле зрения, шт., площадь почечного тельца, мкм², площадь почечного клубочка, мкм², диаметр проксимального извитого канальца, мкм, диаметр просвета проксимального извитого канальца, мкм, площадь эпителиоцитов канальцев почки, мкм², и площадь их ядер, мкм².

Статистическая обработка полученных цифровых данных проводилась с помощью программы FStat и Excel. Проверка статистических гипотез осуществлялась по t-критерию Стьюдента. При оценке статистических гипотез в работе принимались следующие уровни значимости: $p \leq 0,05$.

Проведенные морфологические и биохимические исследования показали (табл. 1), что в крови беременных животных, потреблявших воду «Акваминерале», по сравнению с небеременными (контроль) обнаружено увеличение количества эритроцитов на 12,8% ($P \leq 0,05$), гемоглобина - на 8,9%, лейкоцитов – на 29,6% ($P \leq 0,05$), СОЭ – на 13,3% ($P \leq 0,05$), что, вероятнее всего, объясняется физиологическим ответом организма на стимуляцию обмена веществ при беременности.

Снижение концентрации общего белка на 13,3% ($P \leq 0,05$) и креатинина в сыворотке крови – на 37,5% ($P \leq 0,05$) у беременных крыс (табл. 1) происходит вследствие увеличения объема крови, повышения почечного плазмотока и фильтрации.

Сравнительное исследование крови небеременных крыс (опыт 2), получавших воду г. Саранска, по сравнению с показателями небеременных контрольных крыс показало, что достоверных отличий ($P \leq 0,05$) нет, кроме увеличения СОЭ.

Однако показатели крови у беременных крыс (опыт 3) иные. По сравнению с контролем у беременных крыс, потреблявших водопроводную воду г. Саранска (опыт 3), происходит достоверное увеличение эритроцитов на 30,5% ($P \leq 0,05$), лейкоцитов – на 51,01% ($P \leq 0,05$), гемоглобина – на 21,8%, СОЭ – на 366,7% ($P \leq 0,05$), мочевины – на 17,64% ($P \leq 0,05$), креатинина – на 37,5% ($P \leq 0,05$). Количество общего белка уменьшилось на 21,2% ($P \leq 0,05$).

Таблица 1

Показатели крови белых крыс при потреблении воды «Акваминерале» и водопроводной воды г. Саранска с повышенным содержанием ионов железа, кальция, магния

и фтора

Показатели	Контроль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Общее количество эритроцитов ($\times 10^{12}/л$)	4,52 \pm 0,01	5,10 \pm 1,06	4,90 \pm 0,08	5,90 \pm 0,51*
Общее количество лейкоцитов ($\times 10^9/л$)	5,90 \pm 0,30	7,65 \pm 0,55*	6,10 \pm 0,05	8,91 \pm 0,94*
Концентрация гемоглобина (г/л)	101,00 \pm 9,16	110,00 \pm 10,80	110,02 \pm 9,28	123,00 \pm 9,90*
СОЭ (мм/ч)	1,50 \pm 0,08	1,70 \pm 0,50	2,00 \pm 0,01*	5,50 \pm 0,94*
Количество общего белка (г/л)	39,00 \pm 3,28	34,50 \pm 3,05	36,80 \pm 3,29	32,20 \pm 2,71
Содержание мочевины (ммоль/л)	5,10 \pm 0,76	5,05 \pm 0,50	5,60 \pm 0,15	6,00 \pm 0,09
Содержание креатинина (моль/л)	0,08 \pm 0,008	0,05 \pm 0,001*	0,09 \pm 0,002	0,11 \pm 0,043*

Примечание * – $P \leq 0,05$ по сравнению с контрольными животными.

Повышение таких биохимических показателей, как уровень креатинина и мочевины в сыворотке крови беременных животных, потреблявших водопроводную воду г. Саранска, может указывать на дисфункцию почек и может оцениваться как ранний признак почечной недостаточности.

Гистологические исследования почек крыс контрольной группы показали, что паренхима почек сохранена. Хорошо прослеживалось корковое и мозговое вещество. Почечные клубочки, окруженные капсулой Боумена-Шумлянскогo, имеют четкие границы. Проксимальные и дистальные извитые канальцы выстланы кубическим эпителием, содержащим крупные ядра. В просвете почечных канальцев содержимое отсутствует.

При потреблении беременными крысами питьевой воды «Акваминерале» (опыт 1) достоверных отличий от контроля как в гистологической, так и морфометрической картине почек не обнаружено.

Гистологические исследования коркового вещества почек небеременных крыс, получавших водопроводную воду с повышенным содержанием ионов железа, кальция, магния и фтора (опыт 2), обнаружили незначительное расширение капилляров почечных клубочков, их полнокровие. Гистологическая структура проксимальных извитых канальцев сохранена.

Морфометрические исследования показали, что в данной опытной группе (опыт 2) по сравнению с контролем площадь почечного тельца, площадь его клубочка превышают показатели контрольной группы соответственно на 9,98 и 10,66%. Количество почечных телец в поле зрения уменьшается по сравнению с контролем на 4,97%. Диаметр проксимального извитого канальца и его просвета, площадь эпителиоцита и его ядра по сравнению с контролем достоверно не изменяются (табл. 2).

Морфометрические показатели строения почек белых крыс, потреблявших воду «Акваминерале» и водопроводную воду с повышенным содержанием ионов железа, кальция, магния и фтора

Показатели	Контроль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Количество телец в поле зрения, шт.	10,25±1,18	9,80±1,17	9,74±1,06	8,90±1,01*
Площадь почечного тельца, мкм ²	5849,03±193,65	6689,48±321,0*	6430,90±201,25	7060,27±178,14*
Площадь почечного клубочка, мкм ²	4079,71±159,16	4375,05±149,50	4494,26±154,52	5057,33±194,46*
Диаметр проксимального извитого канальца, мкм	32,28±2,60	33,09±2,65	33,07±1,81	35,50±2,87*
Диаметр просвета проксимального канальца, мкм	11,93±1,52	12,45±0,57	12,01±0,30	10,87±0,49*
Площадь эпителиоцита, мкм ²	109,46±2,26	117,47±3,27	113,82±3,30	124,63±10,70
Площадь ядра эпителиоцита, мкм ²	31,15±2,89	30,18±2,70	31,97±2,08*	25,89±2,78*

Примечание: *P≤0,05 по сравнению с животными контрольной группы.

Гистологические изменения почек беременных самок, получавших водопроводную воду (опыт 3), характеризовались формированием гипертрофии клубочков, в которых капиллярные петли расширены, полнокровны. Гистологическая структура канальцев сохранена. Некрозы канальцевого эпителия отсутствуют.

При сравнении показателей морфометрии почечных структур беременных крыс, потреблявших водопроводную воду (опыт 3), с показателями контрольной группы животных выявлено уменьшение количества почечных телец в поле зрения на 13,13% (P≤0,05), увеличение площади почечных телец и почечных клубочков на 20,70% (P≤0,05) и 23,98% (P≤0,05), диаметра проксимального извитого канальца на 10,62%, при этом наблюдается сужение просвета его канальца на 10,12%. Также по сравнению с контрольными животными выявлено увеличение средней площади эпителиоцитов проксимального извитого канальца на 9,49%, уменьшение площади ядра на 16,88% (P≤0,05).

Таким образом, в результате исследования выявлено, что вода г. Саранска с повышенной жесткостью не оказывает значительного влияния на показатели крови небеременных крыс, в то же время при длительном применении выявляется неспецифическое действие на показатели крови беременных животных.

Длительное использование питьевой воды с повышенным содержанием ионов железа,

кальция, магния и фтора беременными самками приводит к качественным изменениям на клеточно-тканевом уровне почек, что проявляется в виде снижения количества почечных телец, увеличения площади почечного тельца и площади почечного клубочка.

Работа проводилась при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева» (проект «Влияние антропогенных факторов на морфофункциональное состояние организма»).

Список литературы

1. Булатов В.П., Иванов А.В., Рылова Н.В. Влияние длительного употребления питьевой воды неблагоприятного минерального состава // Педиатрия. – 2004. – № 1. – С. 71-74.
2. Бурлакова Т.И., Зоводова Е.И. Аналитическая записка «Питьевая вода РМ, проблемы, пути решения» // Окружающая среда и здоровье населения : сб. трудов II Всероссийской научно-практической дистанционной интернет-конференции «Окружающая среда и здоровье населения», посвященной 75-летию КГМУ. – Курск : КГМУ, 2010. – С. 13-19.
3. Голубева И.А. Морфофункциональная характеристика лимфоидных органов и стенки тонкой кишки при потреблении вод различного состава. – Новосибирск, 2004. – 42 с.
4. Красовский Г.Н., Егорова Н.А. Гармонизация гигиенических нормативов с зарубежными требованиями к качеству питьевой воды // Гигиена и санитария. – 2005. – № 2. – С. 10-13.
5. Онищенко Г.Г. Окружающая среда и состояние здоровья // Гигиена и санитария. - 2011. - № 3. – С. 3-10.

Рецензенты:

Федотова Г.Г., д.б.н., профессор кафедры теории и методики физической культуры и спорта ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева», г. Саранск.

Власова В.П., д.б.н., профессор кафедры теории и методики физической культуры и спорта ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева», г. Саранск.