

УДК 546.28:613.31

DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.2567240>

МАГНИЙ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ: ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

А. В. Мокиенко

Государственное учреждение «Украинский научно-исследовательский институт медицинской реабилитации и курортологии Министерства здравоохранения Украины», г. Одесса

Введение

Элементный состав организма человека на 99 % определяется 12 основными химическими элементами, среди которых магний занимает четвертое место после калия, кальция и натрия. Магний — один из важных биогенных элементов, в значительных количествах содержится в тканях животных и растений (хлорофиллы). Его биологическая роль сформировалась исторически в период зарождения и развития протозоитов на нашей планете в связи с тем, что солевой состав морской воды древней Земли был хлоридно-магниевый, в отличие от нынешнего — хлоридно-натриевого.

Учитывая изложенное, представляется целесообразным провести гигиеническую и медико-биологическую оценку магния как макрокомпонента питьевой воды и определить значимость дефицита магния в организме человека и возможности его адекватной коррекции.

Методы исследований

Библиометрические, компелятивные, аналитические.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ нормирования магния в воде показывает следующее.

Согласно ДСТУ 4808:2007 [1] норматив магния для поверхностных вод в зависимости от класса качества воды 1-4 колеблется от <10 до >80 мг/л, для подземных вод от <10 до >30 мг/л. В санитарных правилах [2] магний нормируется только в воде фасованной, из пунктов розлива и бюветов на уровне ≤ 80 мг/л, а в приложение 4 (Показатели физиологической полноценности минерального состава питьевой воды) норматив составляет 10-50 мг/л. Другие санитарные правила [3] нормируют содержание магния в расфасованной воде в пределах 5-65 мг/л как норматив физиологической полноценности питьевой воды, при этом 65 мг/л касаются первой, а 5-50 мг/л высшей категории. При этом, в Приложение 2 «Особенности влияния основных биологически необходимых макро- и микроэлементов на организм и состояние здоровья населения» суточная потребность составляет 0,2-0,3 г, а для смертности, заболеваемости и функционального состояния систем организма причиной является **недостаток** (выделено автором) магния.

Анализ причин такого нормирования магния в воде показал следующее.

Прежде всего следует отметить безуспешность попыток ответить на вопрос: чем обусловлен такой норматив физиологической полноценности магния при условии его более чем широкого диапазона концентраций как в первом [2], так и во втором [3] случае. Собственно магнию, в том числе как макроэлементу питьевой воды, посвящены лишь обзорные работы. Главным образом магний рассматривается как составной компонент жесткости воды. При этом мнения также разнятся. Так, результаты исследований [4] (1972 год) позволяют считать, что употребление воды с верхним пределом жесткости по ГОСТ 2874-54, равном 7 и 10 мг-экв/л, не оказывает влияние на липидный обмен при длительном введении холестерина и, следовательно, не может способствовать развитию атеросклеротических изменений артерий. Вместе с тем, по мнению авторов [5], жесткость воды при определенных ее уровнях может рассматриваться как фактор риска развития нарушений гомеостаза. При попадании регламентируемых соединений в мягкую или жесткую воду их безвредные уровни могут изменяться.

Изучение качественного состава питьевой воды двух районов Казани показало содержание магния на уровне 14,2 и 8,6 мг/л [6]. При этом, содержание магния в моче детей обследованных групп было противоположным 34,2 и 43,2 мг/л с достоверностью различий. Автор объясняет увеличение уровня макроэлементов (кальция, магния, цинка, меди, кобальта) повышенным содержанием кальция и магния в питьевой воде, употребляемой детьми 1-го района, то есть **14,2 мг/л** (выделено автором) и приходит к выводу о дисбалансе макро-и микроэлементного гомеостаза у детей, употребляющих воду неблагоприятного минерального состава (сухой остаток 1786 мг/л, сульфаты 762 мг/л). Такой заключение в контексте магния представляется некорректным.

В работе [7] установлено: среднее количество нестандартных проб водопроводной воды по санитарно-химическим показателем в точке мониторинга г. Ростов-на-Дону за 1994-2001 гг. по жесткости составило 28,1 %, при этом по магнию 1,0 % за счет 1997 г. (8,3 %). Возникает вполне справедливый вопрос относительно источника такого превышения только в одном году, если учесть, что источником водоснабжения является р. Дон, которая, как поверхностный водоисточник имеет относительно стабильный ма-

кросостав. Следует отметить, что ни одно из 561 определения коэффициентов корреляции не выявило связь жесткости с какой-бы то ни было патологией.

Оценка состояния здоровья населения в связи с использованием мягких маломинерализованных вод для питья показала следующее [8]. В качестве опытного выбран район Дальнего Востока, в котором вода отличается малой минерализацией (50-70 мг/л), низкой жесткостью (0,8-2,0 мг-экв/л), малым содержанием кальция (2-15 мг/л), магния (2-10 мг/л), дефицитом фтора (0,2-0,3 мг/л). Суммарное содержание долей свинца, мышьяка, кобальта, серебра, селена, молибдена к их ПДК составляет 1,6-2 ПДК. В контрольном районе водопроводная вода отвечала гигиеническим требованиям, в частности жесткость составляла 4,5-4,2 мг-экв/л, кальций 33-47 мг/л, магний 20-25 мг/л. Комплексное медицинское обследование показало, что при прочих равных условиях в опытном районе по сравнению с контрольным более распространены хронический пиелонефрит, мочекаменная болезнь, хронический холецистит, хронический колит, хронический гипацидный гастрит, хроническая ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь. Рентгенологически у 20,1 % населения опытного района выявлены остеопороз (в контрольном у 10,6 %) и кистовидные просветления костей лучезапястных суставов и фаланг пальцев. Полученные результаты коррелировали с данными гистологических исследований (снижение секреторной способности слизистой оболочки у подопытных животных).

На основании результатов корреляционного анализа автор работы [8] заключает, какие качества воды определяют уровень заболеваемости населения. Например, жесткость, содержание хлоридов, кальция и магния мало отражаются на динамике заболеваемости, тогда как концентрация бикарбонатов в значительной степени связана с ее уровнем: практически каждый 3-й показатель заболеваемости значимо связан с концентрацией бикарбонатов в питьевой воде. Жесткость питьевой воды в наблюдаемых населенных пунктах находилась на оптимальном уровне 4-6 мг-экв/л, кальция – 30-90 мг/л, магния – 17-35 мг/л. Наиболее зависимы от химического состава питьевой воды эндемические болезни, патология сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта. Основная роль принадлежит общему солесодержанию, бикарбонатам, калию и натрию. Их низкий уровень неблагоприятно влияет на физическое развитие детей, репродуктивную функцию женщин, патологию новорожденных. Для вод гидрокарбонатного класса оптимальными следует считать минерализацию 400 мг/л, концентрацию кальция 60 мг/л, магния 26 мг/л.

Наиболее полно роль магния в воде представлена в работе [9] (1980 год) и частично в обзоре [10] (1999 год), что обусловлено ростом числа сообщений об обратной зависимости между жесткостью воды и смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний. Большинство исследователей утверждают, что благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему

жестких вод обусловлено присутствием ионов магния. Такое предположение основано на следующих предпосылках. Ионы магния являются решающим модулятором напряжения сердечной мышцы, а комплекс магния с АТФ — это субстрат для ферментных реакций, лежащих в основе сокращения и расслабления мышечных волокон. При изучении субклеточных субстратов установлено, что магний участвует во многих окислительных, синтетических и транспортных процессах сердечной клетки.

По данным английских ученых, содержание магния в миокарде у умерших от сердечных приступов было пониженным на 12-15 %. Клинически магний оказывает сосудорасширяющее действие при гипертонии, а также увеличивает сердечный выброс и стабилизирует сердечный ритм. При дефиците магния у крыс наблюдалось увеличение надпочечников в ответ на повышение продукции или освобождения эндогенного АКТГ. Подтверждением этого является тот факт, что в плазме и моче крыс, находящихся на диете с дефицитом магния, значительно возрастает содержание гистамина, а роль последнего в освобождении АКТГ бесспорна. При дефиците магния наблюдается также снижение синтеза белка, электрофорез которого показывает значительное сокращение уровня всех фракций, кроме α -глобулинов, что свидетельствует о тканевой деструкции. Рядом авторов установлена связь дефицита магния с атеросклеротическими и тромбозоболическими поражениями у крыс.

Доказано, что средний суточный рацион содержит недостаточное количество магния. Потребление его ниже потребности в нем. Это вызвано тем, что многие современные пищевые продукты проходят промышленную обработку, подвергаясь очистке, фракционированию или замораживанию, и теряют микроэлементы и витамины еще до приготовления пищи в домашних условиях. Так, средняя потеря микроэлементов в овощах после варки составляет 67 %, в замороженных фруктах – 28 %, овощах – 30 %, в результате рафинирования – 80-94 %.

За счет жестких вод дефицит магния может значительно снижаться, а потребление мягких вод может приводить к еще большему дефициту его в организме. Так, Marier [11] демонстрирует линейную зависимость поступления магния от жесткости воды и выводит формулу поступления его (в миллиграммах в день): $(0,17 \times \text{жесткость}) + 238$. Эта линейная регрессия позволяет оценить роль магния, содержащегося в питьевой воде. При нулевой жесткости воды ежедневное потребление магния составляет 238 мг (за счет пищевых продуктов), а при жесткости 8 мг-экв/л – уже 306 мг, т. е. в день добавочно поступает 68 мг.

Подсчитано, что каждые 2 мг-экв/л жесткости являются источником 6-7 % общего поступления магния, это совпадает с данными, согласно которым при жесткости воды 7 мг-экв/л поступает дополнительно 27 %. Установлено, что пища, приготовленная на природно мягкой или искусственно смягченной воде,

теряет микроэлементы; в то же время, если пища готовится на жесткой воде, она может накапливать микроэлементы. В пользу роли «водного магния», по данным Nordin, свидетельствует лучшая усвояемость его из воды (до 60 %), чем из пищи (30 %). В связи с этим работы, носящие в основном характер эпидемиологических наблюдений и подтверждающие роль магния жестких вод в снижении сердечно-сосудистой патологии, приобретают особое значение.

В 1975 г. Neri и соавт. [12], исследовавшие 575 источников водоснабжения и частоты сердечно-сосудистых заболеваний в соответствующих районах установило, что из 15 элементов, присутствующих в воде, магний – наиболее вероятный «кандидат» в предупреждении сердечных заболеваний. Gardner выявил значительное число (10 000 в год) случаев смерти мужчин 45-64 лет в районах Англии и Уэльса, где население использует мягкую воду для питья. В штате Огайо (США) в регионе, где питьевая вода содержит магния менее 15 мг/л, обнаружена более высокая частота сердечно-сосудистых заболеваний, чем в районах с содержанием магния в воде 36 мг/л.

Anderson и соавт. [13], исследуя 350 гистологических препаратов от 161 трупа установили, что магния в миокарде жителей района с мягкой водой на 6 % меньше, чем у умерших жителей районов с жесткой водой. В Канаде, США и некоторых европейских странах наблюдались случаи внезапной смерти взрослых людей от острой сердечной недостаточности без каких-либо симптомов, эти случаи также чаще встречались в районах с мягкой питьевой водой, содержащей недостаточное количество магния.

В исследованиях, проведенных на добровольцах – женщинах, в рационах которых было разное содержание магния, была продемонстрирована линейная зависимость поступления магния в организм от жесткости воды и показано, что каждое 2 мг-экв/л жесткости являются источником 6-7 % общего поступления магния, то есть даже при нормальной жесткости воды (7 мг-экв/л) поступает дополнительно 27 % магния [14].

Иногда сердечно-сосудистая система, ощущая недостаток кальция и магния, реагирует быстро. В Чехии и Словакии (2000-2002 г.), когда в системе централизованного водоснабжения стали использовать метод обратного осмоса, уже через несколько месяцев появилось много жалоб населения со стороны сердечно-сосудистой системы, которые связаны с острым недостатком кальция или магния [14].

В связи со сказанным, авторы [9] приводят мнение ученых и органов здравоохранения Нидерландов, Великобритании и США, согласно которому следует более осмотрительно подходить к смягчению воды для сохранения в ней природного содержания неорганических компонентов и прежде всего магния. По этим рекомендациям, следует смягчать только воду, идущую на промышленные нужды. Это подтверждается современными данными о государственной программе Израиля, в котором воду в системах цен-

трализованного водоснабжения дополнительно насыщают магнием.

Авторы [9] приходят к выводу о необходимости более глубокого и всестороннего изучения вопросов, связанных с определенной ролью магния жестких вод в предупреждении сердечно-сосудистых заболеваний, что диктуется требованиями оптимизации условий питьевого водопользования. Вывод поистине историчный с учетом давности (38 лет назад) и значимый с точки зрения неисполненности, поскольку в этом контексте «оптимизация условий питьевого водопользования» в последующие годы состояла в нормировании содержания в питьевой воде этого жизненно необходимого макроэлемента.

В этой связи возникает вполне резонный вопрос о целесообразности такого нормирования в Украине.

Проиллюстрируем это результатами анализа концентраций магния в воде поверхностных водоисточников как основного источника водоснабжения населения Украины.

Среднее содержание магния в природных водах г. Киев следующее (мг/л): р. Днепр с притоками – 23,18, озера и пруды – 20,17; районы города – Деснянский район – 14,47, Левобережная часть – 14,75, Центральная и Южная часть – 20,20, Западная часть – 13,91 [15]. В реке Днестр концентрация магния колеблется от 13,4 до 40,1 (средняя 26,9±8,79) мг/л [16], в Дунае – от 11,6 до 13,1 мг/л [17, 18]. Анализ среднеарифметического содержания основных ионов и минерализации р. Сейм за различные периоды наблюдений (1964-2013 гг) показал колебания магния в пределах от 17,03 до 21,44 мг/л [19]. В отдельных природных источниках Львовской области концентрация магния колеблется от 0 до 50 мг/л [20], в пунктах розлива питьевой воды (10) (г. Львов) – 0–17,02 мг/л [21]. В верховье Днестра максимальная концентрация магния зарегистрирована на уровне 14,7 мг/л, при этом пространственных изменений его содержания в водах рек бассейна в зависимости от физико-географических особенностей не выявлено [22].

Проведенная автором гигиеническая оценка 25 минеральных природных столовых вод (близких по своему составу питьевым) 12 областей Украины свидетельствует об уровнях магния от 4 до 41,9 мг/л в 23 образцах и только в двух 53,5 и 87,6 мг/л [23].

По определению экспертов ВОЗ [24], «Безопасная питьевая вода ... не представляет никакого значительного риска для здоровья в результате ее потребления в течение всей жизни, включая различную уязвимость, которая может возникать на разных этапах жизни».

В таблице 8.7 Руководства ВОЗ по качеству питьевой воды (2011 г.) [24], которая озаглавлена Naturally occurring chemicals for which guideline values have not been established (Природные химические компоненты, для которых не были установлены нормативные значения), магний отсутствует. В отношении жесткости сказано следующее: жесткость не является медицинской проблемой при уровнях, найденных в питье-

вой воде. Может затронуть приемлемость питьевой воды (см. главу 10). В этой главе отмечается, что порог вкуса для иона кальция находится в диапазоне 100–300 мг/л в зависимости от связанного аниона, для магния, вероятно, ниже чем для кальция. В некоторых случаях для питья потребляется вода с жесткостью свыше 500 мг/л. На этом основании нормативное значение для жесткости в питьевой воде не предложено и представлена очередная ссылка на Приложение 1 даного руководства, в соответствующей публикации которого [25] представлен обзор вклада питьевой воды при ежедневном потреблении кальция и магния и оценки возможного здоровья потребителей, включая сокращение сердечно-сосудистой заболеваемости, смертности и остеопороза.

Согласно Директиве Евросоюза 98/83/ЕС [26] «Вода, предназначенная для потребления человеком, означает: а) вода, природная или после обработки, предназначенная для питья, приготовления пищи или других домашних целей, независимо от ее происхождения и от того, поступает ли она из распределительной сети, цистерны, бутылок или контейнеров». Согласно этому документу макроэлементный состав нормируется только по содержанию натрия (200 мг/л) и сульфатов (250 мг/л).

Возникает вполне уместный вопрос: в чем смысл нормирования магния. Здесь напрашивается аналогия с предыдущим анализом такой же проблемы с кремнием [27], тем более что магний, как и кремний, нигде в мире не рассматривается как объект нормирования.

Еще более нелепым представляется нормирование магния с медико-биологической точки зрения.

Сегодня магний считают одним из основных регуляторов обменных процессов и его физиологические эффекты в организме человека хорошо изучены. Магний влияет на энергетический обмен, окислительное фосфорилирование, синтез белка, липидов, нуклеиновых кислот. Биологическая роль магния многогранна, поскольку он является важнейшим элементом многих биохимических процессов, таких, как стабилизация ДНК в процессах митоза и мейоза, активизация более 300 ферментов. Магний принимает активное участие в процессе нервно-мышечной возбудимости и влияет на процессы терморегуляции организма; незаменим в углеводном, белковом и липидном обменах, синтезе нуклеиновых кислот, в организме человека существует не менее 500 магнийзависимых белков; принимает участие в поддержании нормальной функции нервной и сердечно-сосудистой систем, особая роль отведена магнию в процессах мембранного транспорта ионов кальция и натрия, а его дефицит приводит к дестабилизации мембран. Влияние магния на сердечно-сосудистую систему является двойным, он принимает участие в процессе свертывания крови как антитромботический фактор и осуществляет непосредственное влияние на сердечную мышцу, поскольку является мощ-

ным вазодилататором, стабилизатором работы кальциевых каналов и ритма сокращений миокарда [28].

По данным исследования, проведенного в Германии, распространенность дефицита магния в общей популяции составляет 14,5 %, а субоптимальный уровень наблюдается у 33,7 % населения [28]. Известный исследователь магния как средства натуральной аллопатии Марк Сиркус [29] поднимает планку магниевых дефицита для американцев еще выше — до 80 % населения. Поэтому неудивительно, что недостаток магния является самостоятельной нозологической единицей в Международной классификации болезней (МКБ-10) (код E61.2).

Известно, что суточная потребность в магнии колеблется от 30 мг/день для младенцев от 0 до 6 месяцев до 420 мг/день для мужчин в возрасте 31 год и старше.

В современном мире недостаток магния в организме — одно из наиболее распространенных дефицитных состояний человека. Концентрация магния в организме снижается под влиянием различных факторов: условия жизни и питание, возраст, физические нагрузки, физиологические (беременность, лактация) и патологические состояния (заболевание сердечно-сосудистой, мочевыделительной систем, органов пищеварения, эндокринных желез). Сегодня для обозначения нарушений обмена магния используют две дефиниции: «магниевый дефицит» — снижение общего содержания магния в организме и «гипомагниемия» — снижение концентрации магния в сыворотке крови меньше 0,8-1,2 ммоль/л. Об умеренном дефиците магния в организме свидетельствуют его уровни в сыворотке крови 0,5-0,7 ммоль/л, о выраженном (угрожающем жизни) — ниже 0,5 ммоль/л.

Диагностика дефицита магния в организме преимущественно основывается на клинических симптомах, тем более что известны состояния и заболевания, при которых магниевый дефицит выявляют часто. Однако, вследствие неспецифичности клинических проявлений дефицита магния возникают трудности в диагностике и своевременности лечения. В практической деятельности врачу важно знать причины гипомагниемии, клинические симптомы магниевых дефицита, принципы профилактики и лечения нарушений магниевых балансов.

В настоящее время работает целая индустрия фармпрепаратов для восполнения магниевых дефицита. Определены основные категории лиц, нуждающихся в магниевой коррекции: дети и подростки в период интенсивного роста; беременные и кормящие женщины; лица, которые занимаются интенсивной работой; спортсмены; люди с несбалансированным питанием по макро- и микроэлементам; пожилые и лица старческого возраста, часто болеющие.

В институте успешно закончена экспертиза нового бальнеологического средства «Магниевое масло» [30, 31] результаты которой свидетельствуют о его высокой эффективности в профилактике и лечении различных заболеваний. Разработаны и утверждены

инструкции для наружного и внутреннего применения, получены патенты [32-34], опубликованы информационные письма [35-37].

Анализ данных литературы свидетельствует, что магний именно в той форме, которая содержится в бальнеологическом средстве «Магниевое масло», является мощным средством коррекции магниевых дефицита – патогенетической основы всех болезней. Применение средства позволяет минимизировать симптоматику и объективные признаки заболеваний на системном уровне.

В связи с этим, представляется необходимой разработка и внедрение магниевой программы, которая предусматривает выполнение следующих мероприятий:

Информирование населения через средства массовой информации относительно важности коррекции магниевых дефицита.

Анкетирование населения разных категорий, прежде всего, наиболее уязвимых контингентов (беременные, дети, пожилые люди, лица на амбулаторном и стационарном лечении, больные иммунодефицитом различного генеза и т.п.) по разработанному тесту-опроснику с ранжированием степени дефицита магния.

Консультирование больных.

Определение содержания магния в крови лиц с признаками достоверного дефицита магния.

Поиск корреляционных зависимостей между результатами анкетирования, субъективными и объективными признаками заболевания.

Разработка унифицированных протоколов коррекции дефицита магния с профилактической целью и при различных патологических состояниях.

Издание ежегодного отчета по оценке современного состояния проблемы дефицита магния и его коррекции у населения.

Участие в конференциях государственного и международного уровня.

Создание отдельного веб-сайта, на котором можно получить научную или практическую информацию относительно данной проблемы.

Данная программа не имеет аналогов ни в Украине, ни в одной из стран бывшего СССР.

Литература

1. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання : ДСТУ 4808-2007 : К. : Держспоживстандарт України, 2007. [Чинний від 01.01.2009]. 36 с.
2. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» 2.2.4-171-10. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року № 400. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за № 452/17747.
3. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1116-02. Минздрав России, Москва 2002. 28 с.

4. Гоголи А. А. Значение гигиенических нормативов жесткости воды в становлении и развитии атеросклеротического процесса *Гигиена и санитария*. 1972. № 9. С. 9-13.

5. К вопросу корректировки гигиенических нормативов с учетом уровня жесткости питьевых вод С. И. Плитман и др. *Гигиена и санитария*. 1989. №7. С. 7-9.

6. Рылова Н. В. Влияние минерального состава питьевой воды на состояние здоровья детей *Гигиена и санитария*. 2009. № 1. С. 43-45.

7. Состояние здоровья населения в связи с использованием мягких маломинерализованных вод для питья Ю. В. Новиков, С. И. Плитман, А. И. Левин, Н. Х. Шнигер *Гигиена и санитария*. 1980. № 12. С. 3-6.

8. Лутай Г. Ф. Химический состав питьевой воды и здоровье населения *Гигиена и санитария*. 1992. № 1. С. 13-15.

9. Новиков Ю. В., Ноаров Ю. А., Плитман С. И. Роль жестких вод в предупреждении сердечно-сосудистых заболеваний *Гигиена и санитария*. 1980. № 9. С. 69-70.

10. Мудрый И. В. О влиянии минерального состава питьевой воды на здоровье населения (обзор) *Гигиена и санитария*. 1999. № 1. С. 15-18.

11. Marier J. R. Cardio-protective contribution of hard water to magnesium intake *Reviews of Canadian Biology*. 1978. Vol. 37. P. 115-125.

12. Magnesium and certain other elements and cardiovascular disease L. C. Neri et al. *The Science of the Total Environment*. 1975. Vol. 42. P. 49-75.

13. Ischemic heart disease, water hardness and myocardial magnesium T. W. Anderson et al. *Canadian Medical Association Journal* 1975. Vol. 113 (3). P. 199-203.

14. Magnesium in drinking water in relation to morbidity and mortality from acute myocardial infarction E. Rubenowitz, I. Molin, G. Axelsson, R. Rylander *Epidemiology*. 2000. Vol. 1. P. 416-421.

15. Еколого-геохімічна оцінка природних вод Київської міської агломерації І. В. Кураєва та ін. *Мінералогічний журнал*. 2008. Т.30, №4. С.70-76.

16. Мокієнко А. В. Еколого-гігієнічні основи безпечності води, що знезаражена діоксидом хлору : автореф. дис. ... доктора мед. наук : спец. 14.02.01 «Гігієна та професійна патологія». К., 2009. 346 с.

17. Ковальчук Л. Й. Гігієнічне обґрунтування системи медико-біологічної безпеки гирлової зони Українського Придніпров'я : автореф. дис. ... доктора мед. наук : спец. 14.02.01 «Гігієна та професійна патологія». Харків, 2016. 490 с.

18. Мокієнко А. В., Ковальчук Л. Й. Українське Придніпров'я: гігієнічні та медико-екологічні основи впливу води як фактора ризику на здоров'я населення. Одеса : Прескур'єр, 2017. 352 с.

19. Лозовіцький П. С., Лозовіцький А. П. Екологічне оцінювання якості води Сейму на кордоні з Росією та трансграничне перенесення речовин стоком *Екологічні науки*. 2015. № 10. С. 62-83.

20. Кропивницька Л. М., Брюховецька І. В. Твердість води окремих природних джерел Львівщини *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. 2013. Серія 20. Біологія. Випуск 5. С. 167-173

21. Мацієвська О. О. Дослідження вмісту кальцію та магнію у питній воді з пунктів розливу *Технологічний аудит и резервы производства*. 2015 № 6/7(26) С. 42-44.

22. Санітарно-гігієнічна і гідрохімічна характеристика води у верхів'ї річки Дністер / О. В. Лотоцька, В. А. Кондратюк, Г. А. Крицька, В. В. Лотоцький. *Вода: гігієна і екологія*. 2014. Т. 2, № 1-4. С. 16–22.

23. Мокієнко А. В. Гігієнічна оцінка впливу мінерально-го складу питних та мінеральних вод на здоров'я населення А. В. Мокієнко, О. М. Нікіпелова, Л. Б. Солодова В кн. Медико-гідрогеохімічні чинники геологічного середовища України. За ред. Г. І. Рудька. Київ – Чернівці: Букрек. 2015. С. 259-293.

24. Guidelines for drinking water quality. The 4th ed. Recommendations. World Health Organisation. Geneva. 2011. V.1. 541p.

25. Calcium and magnesium in drinking-water: Public health significance Edited by J. Cotruvo and J. Bartram Published in 2009 by the World Health Organization. http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241563550_eng.pdf

26. Директива Совета Европейского Союза от 3 ноября 1998 г. по качеству воды, предназначенной для потребления человеком / 98/83/ЕС/ – С. 59-91. Цит. по Зуев Е. Т., Фомин Г. С. Питьевая и минеральная вода. Требования мировых и европейских стандартов к качеству и безопасности М. : Протектор, 2003. 320 с.

27. Мокиєнко А. В. К вопросу о целесообразности нормирования кремния в питьевой воде *Вода:гігієна і екологія*. 2017. №1-4. С. 9-17.

28. Шурпяк С. О. Соматичні та акушерські аспекти дефіциту магнію (Клінічна лекція) *Здоров'я жінки*. 2016. №8(114). С.10-16.

29. Сиркус М. Природная аллопатия. Магний. Элемент жизни. Москва. Миклош. 2010. 593 с.

30. Investigation of the effect of natural chloride-magnesium solution on the functional state of kidneys with experimental arthrosis S. G. Gushcha et al. *Deutscher Wissenschaftsherold German Science Herald*. 2017. № 5. P. 16–20.

31. Physiological mechanisms of influence of table and treatment mineral waters based on balgeneological measure «Magnesium Oil» on some systems of health organism in experiment S. G. Gushcha, B. A. Nasibullin, A. L. Plakida, V. S. Volyanskaya. *International Journal of Molecular Biology: Open Access*. 2018. Vol. 3. № 3. P. 100 -101.

32. Спосіб моделювання дефіциту магнію в організмі С. Г. Гуца та ін. Пат. № 114365 Україна, МПК G09B 23/28 A61D 99/00 № у 2016 08571; заявл. 04.08.2016; опубл. 10.03.2017, Бюл. № 5.

33. Спосіб корекції дефіциту магнію в організмі С. Г. Гуца та ін. Пат. № 113733 Україна, МПК А61К 33/14 № у 2016 08573; заявл. 04.08.2016; опубл. 10.02.2017, Бюл. № 3.

34. Спосіб лікування гонартрозу. Ю. П. Бондар, І. К. Бабова, С. Г. Гуца, М. М. Манасов. Патент № 122951 Україна, МПК А61Н 33/04, А61Н 33/06, А61Н 9/00 А61К 33/06 А61Р 19/02. № у 2017 10502; заявл. 30.10.2017; опубл. 25.01.2018, Бюл. № 2.

35. Спосіб моделювання дефіциту магнію в організмі. С. Г. Гуца та ін. Інформаційний лист № 50-2018.

36. Спосіб корекції дефіциту магнію в організмі. С. Г. Гуца та ін. Інформаційний лист № 58-2018.

37. Поєднане застосування сухих вуглекислих ванн та бальнеологічного засобу «Магнієва олія» у санаторно-курортному лікуванні хворих на гонартроз. Ю. П. Бондар та ін. Інформаційний лист № 32-2018.

References

1. Sources of centralized drinking water supply. Hygienic and environmental requirements for water quality and selection rules: DSTU 4808-2007: K.: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2007. [Valid from 01.01.2009]. 36 s.

2. On approval of the State sanitary norms and rules «Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption» 2.2.4-171- 10. Order of the Ministry of Health of Ukraine of May 12, 2010 N 400. Registered with the Ministry of Justice of Ukraine 1 July 2010 for N 452/17747.

3. Drinking water. Hygienic requirements for the quality of water packaged in containers. Quality control. Sanitary-epidemiological rules and regulations SanPiN 2.1.4.1116-02. Ministry of Health of Russia, Moscow 2002. 28 p.

4. Gogoli A. A. The value of hygienic standards of water hardness in the formation and development of the atherosclerotic process *Hygiene and sanitation*. 1972. № 9. P. 9-13.

5. On the issue of the correction of hygienic standards taking into account the level of hardness of drinking water Plitman et al. *Hygiene and Sanitation*. 1989. №7. P. 7-9.

6. Rylova N. V. The influence of the mineral composition of drinking water on the health of children *Hygiene and sanitation*. 2009. No. 1. P. 43-45.

7. The state of public health in connection with the use of soft of low-mineralized drinking water Yu.V. Novikov, S. I. Plitman, A. I. Levin, N.Kh. Schniger *Hygiene and Sanitation*. 1980. № 12. P. 3-6.

8. Lutai G. F. The chemical composition of drinking water and public health *Hygiene and sanitation*. 1992. № 1. P. 13-15.

9. Novikov Yu.V., Noarov, Yu.A., Plitman, S. I. The role of hard water in the prevention of cardiovascular diseases *Hygiene and sanitation*. 1980. № 9. P. 69-70.

10. Mudryi I. V. On the effect of the mineral composition of drinking water on public health (review) *Hygiene and sanitation*. 1999. № 1. P. 15-18.

11. Marier J. R. Cardio-protective contribution of hard water to magnesium intake *Reviews of Canadian Biology*. 1978. Vol. 37. P. 115-125.

12. Magnesium and certain other elements and cardiovascular disease L. C. Neri et al. *The Science of the Total Environment*. 1975. Vol. 42. P. 49-75.

13. Ischemic heart disease, water hardness and myocardial magnesium T. W. Anderson et al. *Canadian Medical Association Journal* 1975. Vol. 113 (3). P. 199-203.

14. Magnesium in drinking water in relation to morbidity and mortality from acute myocardial infarction E. Rubenowitz, I. Molin, G. Axelsson, R. Rylander *Epidemiology*. 2000. Vol. 1. P. 416–421.

15. Ecological-geochemical estimation of natural waters of the Kyiv urban agglomeration I. V. Kurayev and others. *Mineralogy magazine*. T.30, No. 4. Pp. 70-76.

16. Mokienko A. V. Ecological and hygienic bases of water safety, disinfected with chlorine dioxide: author's abstract. dis ... doctor honey Sciences: special 14.02.01 «Hygiene and professional pathology». K., 2009. 346 p.

17. Kovalchuk L. Y. Hygienic substantiation of the system of medical and biological safety of the estuary of the Ukrainian Pridnavia: author's abstract. dis ... doctor honey Sciences: special 14.02.01 «Hygiene and professional pathology». Kharkiv, 2016. 490 p.

18. Mokienko AV, Kovalchuk L. I. Ukrainian Danube: hygienic and medical and ecological bases of the influence of water as a risk factor for public health. Odessa: Press Courier, 2017. 352 p.

19. Lozovitsky P. S., Lozovitsky A. P. Environmental assessment of the quality of water at the Seim on the border with Russia and transboundary transfer of substances by the drain *Ecological Sciences*. 2015. No. 10. P. 62-83.

20. Kropivnitskaya L. M., Briukhovetska I. V. Hardness of water of some natural sources of Lviv Region *Scientific journal of the National Pedagogical University named after MP Drahomanov* 2013. Series 20. Biology. Issue 5. P. 167-173

21. Matsievskaya O. O. Research of the content of calcium and magnesium in drinking water from bottling points *Technological audit and production reserves*. 2015 № 6/7 (26) S. 42-44.

22. Sanitary and hydrochemical characteristics of water in the upper reaches of the Dniester River O. V. Lototska, VA Kondratyuk, G. A. Krytska, V. V. Lototsky. *Water: hygiene and ecology*. 2014. T. 2, No. 1-4. Pp. 16-22.

23. Mokienko AV Hygienic estimation of the influence of mineral composition of drinking and mineral waters on the health of the population AV Mokienko, O. M. Nikipelova L. B. Solodova in the book *Medico-hydrogeochemical factors of the geological environment of Ukraine*. Ed. GI Rudka Kiev – Chernivtsi: Bukrek. 2015. p. 259-293.

24. Guidelines for drinking water quality. The 4th ed. Recommendations. World Health Organisation. Geneva. 2011. V.1. 541p.

25. Calcium and magnesium in drinking-water: Public health significance Edited by J. Cotruvo and J. Bartram Published in 2009 by the World Health Organization. http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241563550_eng.pdf

26. Council Directive of the European Union of November 3, 1998 on the quality of water intended for human consumption / 98/83 / EU / – p. 59-91. Quoted according to Zuev E. T., Fomin G. S. Drinking and mineral water. The requirements of world and European standards for quality and safety M.: Protector, 2003. 320 p.

27. Mokienko A. V. On the question of the feasibility of rationing silicon in drinking water *Water: hygiene and ecology*. 2017. №1-4. P. 9-17.

28. Shurpyak S. O. Somatic and obstetric aspects of magnesium deficiency (Clinical lecture) *Health of a woman*. 2016. No. 8 (114). 10.10-16.

29. Sirkus M. Natural allopathy. Magnesium. The element of life. Moscow. Miklos 2010. 593 p.

30. Investigation of the effect of natural chloride-magnesium solution on the functional state of kidneys with experimental arthrosis S. G. Gushcha et al. *Deutscher Wissenschaftsherold German Science Herald*. 2017. № 5. P. 16–20.

31. Physiological mechanisms of influence of table and treatment mineral waters based on balgeneological measure «Magnesium Oil» on some systems of health organism in experiment S. G. Gushcha, B. A. Nasibullin, A. L. Plakida, V. S. Volyanskaya. *International Journal of Molecular Biology: Open Access*. 2018. Vol. 3. № 3. P. 100 -101.

32. Method for modeling the deficit of magnesium in the body SG Gushcha et al. Stalemate. № 114365 Ukraine, ICP G09B 23/28 A61D 99/00 № u 2016 08571; stated. 08/04/2016; published Mar 10, 2017, Bul. No. 5

33. Method of correction of magnesium deficiency in the body of SG Gushcha et al. Stalemate. № 113733 Ukraine, ICP A61K 33/14 № u 2016 08573; stated. 08/04/2016; published Feb 10, 2017, Bul. No. 3

34. Method of treatment of gonarthros. Yu.P. Bondar, I. K. Babova S. G. Gushcha, MM Manasov Patent No. 122951

Ukraine, IPC A61N 33/04, A61N 33/06, A61N 9/00 A61K 33/06 A61R 19/02. No. u 2017 10502; stated. 10.30.2017; published 01.25.2018, Bul. No. 2

35. Method for modeling the deficiency of magnesium in the body. SG Gushcha et al. Information letter No. 50-2018.

36. Method for correction of magnesium deficiency in an organism. SG Gushcha et al. Information letter No. 58-2018.

37. Combined use of dry carbonic baths and balneotherapy «Magnesium oil» in the sanatorium and resort treatment of patients with gonarthros. Yu.P. Bondar et al. Information letter No. 32-2018.

УДК 546.28:613.31

МАГНИЙ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ: ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

А. В. Мокиенко

Государственное учреждение «Украинский научно-исследовательский институт медицинской реабилитации и курортологии Министерства здравоохранения Украины», г. Одесса

Цель работы состояла в гигиенической и медико-биологической оценке магния как макрокомпонента питьевой воды и определении значимости дефицита магния в организме человека и возможности его адекватной коррекции.

Методы исследований: библиометрические, компелятивные, аналитические.

В результате работы выполнен анализ данных литературы и нормативных документов относительно нормирования магния в питьевой воде. Приведены нормативы магния в соотношении с содержанием магния в воде поверхностных и подземных вод-источников Украины. Проведено сопоставление полученных данных с мнением экспертов ВОЗ относительно нормирования жесткости воды. Обоснована нецелесообразность нормирования магния в воде. Проанализированы основные суждения о взаимосвязи содержания магния в питьевой воде и заболеваемостью населения. Выполнен анализ причин магниевого дефицита и обоснована необходимость его коррекции. Представлены основные положения программы по коррекции магниевого дефицита.

Ключевые слова: питьевая вода, магний, нормирование, дефицит, коррекция.

УДК 546.28:613.31

МАГНІЙ У ПИТНІЙ ВОДІ: ГІГІЄНІЧНІ І МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

А. В. Мокієнко

Державна установа «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації і курортології Міністерства охорони здоров'я України», м. Одеса

Мета роботи полягала у гігієнічній і медико-біологічній оцінці магнію як макрокомпоненту питної води

та визначенні значимості дефіциту магнію в організмі людини і можливості його адекватної корекції.

Методи досліджень: бібліометричні, компелятивні, аналітичні.

У результаті роботи виконано аналіз даних літератури і нормативних документів щодо нормування магнію в питній воді. Наведено нормативи магнію у співвідношенні із вмістом магнію у воді поверхневих і підземних джерел України. Проведено зіставлення отриманих даних з думкою експертів ВООЗ щодо нормування твердості води. Обґрунтована недоцільність нормування магнію у воді. Проаналізовані основні судження про взаємозв'язок вмісту магнію у питній воді і захворюваність населення. Виконано аналіз причин магнієвого дефіциту і обґрунтована необхідність його корекції. Представлено основні положення програми по корекції магнієвого дефіциту.

Ключові слова: питна вода, магній, нормування, дефіцит, корекція.

MAGNESIUM IN DRINKING WATER: HYGIENIC, MEDICAL AND BIOLOGICAL ASPECTS

A. V. Mokienko

State Institution «Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of Ukraine», Odessa

The objective: to make hygienic and biomedical assessment of magnesium as a macrocomponent of

drinking water and to determine the significance of its deficiency in the human body and the possibility of its adequate correction.

Research methods: bibliometric, comparative, analytical.

The work resulted in the analysis of literature data and regulatory documents regarding the rationing of magnesium in drinking water. The standards of magnesium in relation to the magnesium content in the water of surface and underground water sources of Ukraine are given. A comparison of the data obtained with the opinion of WHO experts regarding the rationing of water hardness has been carried out. The inexpediency of rationing magnesium in water is substantiated. The main judgments about the relationship of the magnesium content in drinking water and the incidence of the population are analyzed. The analysis of the causes of magnesium deficiency was performed and the need for its correction was justified. The main provisions of the program for the correction of magnesium deficiency are presented.

Key words: drinking water, magnesium, rationing, deficiency, correction.

Впервые поступила в редакцию 09.12.2018 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования.