

Нутриенты в питьевой воде

Вода, санитария, охрана здоровья и окружающей среды

Всемирная организация здравоохранения

Женева

ПРЕДИСЛОВИЕ

В ноябре 2003 года в Риме (Европейский Центр Окружающей среды и Здоровья) собралась группа экспертов в области питания и медицины для работы над вопросами, касающимися состава питьевой воды и ее возможного вклада в общее поступление питательных веществ. Изначальной целью данной встречи было внесение вклада в развитие Руководства по здоровому и экологически безопасному опреснению вод, введенного Восточным Средиземноморским Региональным Офисом ВОЗ и предназначенного для подготовки 4-го издания Руководства по качеству питьевой воды ВОЗ (РКПВ). Всего было приглашено 18 экспертов из Канады, Чили, Республики Чехия, Германии, Ирландии, Италии, Молдовы, Сингапура, Швеции, Объединенного Королевства и США. Дополнительно были представлены доклады экспертов, которые не смогли приехать лично. Задачей встречи было оценить возможные последствия для здоровья человека длительного употребления «кондиционированной» или «модифицированной», т.е. обработанной воды, с измененным минеральным составом, искусственно очищенной, или наоборот, обогащенной минералами.

В частности, встал вопрос о последствиях длительного употребления воды, прошедшей деминерализацию: о морской воде и солоноватой воде, подвергнутой обессоливанию, о пресной воде, прошедшей обработку в мембранной системе, а также о воссоздании их минерального состава.

На встрече обсуждались следующие основные вопросы:

- Каков вклад питьевой воды в общее поступление питательных веществ в организм?
- Каково среднесуточное потребление человеком питьевой воды? Как оно меняется в зависимости от климата, образа жизни, возраста и других факторов?
- Какие из обнаруженных в воде веществ могут существенно повлиять на состояние здоровья и самочувствие?
- При каких условиях питьевая вода может стать существенным источником некоторых важных для человека веществ?
- Какие выводы могут быть сделаны о связи кальция, магния и других элементов в воде со смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний?
- Для каких веществ в обработанной воде могут быть разработаны рекомендации по обогащению минерального состава с точки зрения полезности?
- Какова роль фтора в улучшении здоровья зубов, а также в развитии флюорозов зубов и костей?

Как правило, питьевая вода перед подачей потребителю подвергается одному или нескольким видам обработки для достижения соответствующих показателей безопасности и улучшения эстетических свойств. Пресные воды обычно подвергают коагуляции, седиментации, фильтрации через гранулированные материалы, адсорбции, ионному обмену, мембранной фильтрации, медленной фильтрации через песок, дезинфекции, иногда умягчению. Получение питьевой воды из сильносоленых вод типа морских и солоноватых посредством обессоливания широко практикуется в регионах, испытывающих ее острую нехватку. Такая технология в условиях постоянно растущего потребления воды становится все более привлекательной с экономической точки зрения. Ежедневно в мире производится более 6 миллиардов галлонов обессоленной воды. Реминерализация такой воды обязательна: она агрессивна по отношению к распределительным системам. Если реминерализация обессоленной воды - обязательное условие, возникает логичный вопрос: существуют ли методики обработки воды, способные восстанавливать содержание некоторых важных минеральных веществ?

Природные воды существенно различаются по своему составу вследствие геологического и географического происхождения, а также обработки, которой они подверглись. Например, дождевые и поверхностные воды, пополняющиеся в основном за счет осадков, имеют очень низкую соленость и минерализацию, в то время как подземные воды характеризуются очень высокой и даже чрезмерной минерализацией. Если реминерализация обработанной воды нужна по гигиеническим причинам, то возникает другой закономерный вопрос: являются ли природные воды, содержащие «правильные» количества важных минеральных веществ, более полезными для здоровья?

Во время встречи экспертами был сделан следующий вывод: только некоторые минеральные вещества в природной воде находятся в количествах, достаточных для того, чтобы учитывать их вклад в общее поступление. Магний и, возможно, кальций – два элемента, поступающих в организм человека из воды в существенных количествах (при условии потребления жесткой воды). Данное заключение сделано на основе 80 эпидемиологических исследований, посвященных связи между употреблением жесткой воды и снижением частоты сердечно-сосудистых заболеваний населения. Исследования охватывают 50-летний период. Несмотря на то, что исследования в основном имели экологический характер и были выполнены на разных уровнях, эксперты признали, что гипотеза о связи потребления жесткой воды с частотой сердечно-сосудистых заболеваний верна, а важнейшей полезной составляющей следует считать магний. Этот вывод был подтвержден как контрольными, так и клиническими исследованиями. В составе воды есть и другие элементы, оказывающее положительное влияние на здоровье, однако имеющихся данных было недостаточно для обсуждения вопроса.

На встрече также было решено, что ВОЗ должна дать более детальную оценку биологической правдоподобности гипотезы. Только после этого Руководство будет сформировано окончательно. Последующие симпозиум и встреча с обсуждением данной рекомендации планируются на 2006 г.

Что касается фтора, экспертами сделан вывод о том, что оптимальное потребление фтора с питьевой водой – важный фактор здоровья зубов. Было также отмечено, что потребление фтора в количестве больше оптимального может привести к флюорозу зубов, а еще большие концентрации – к флюорозу скелета. Дозировки фтора при обогащении деминерализованной воды фтором необходимо рассчитывать исходя из следующих факторов: концентрация фтора в исходной воде, объем водопотребления, факторы риска заболеваний зубов, методы гигиены полости рта, уровень развития гигиены и санитарии в обществе, а также наличие альтернативных средств гигиены полости рта и доступность фтора для населения.

БЛАГОДАРНОСТЬ

ВОЗ выражает благодарность:

Хусейну Абусаиду, Координатору Восточного Средиземноморского Регионального Офиса ВОЗ - за идею и работу по созданию Руководства по обессоленной воде

Роджеру Аэртгиртсу, Европейскому Региональному Консультанту по воде и санитарии и Хелене Шкарубо, Римский Центр ВОЗ - за обработку материалов встречи

Джозефу Контруво, США и Джону Фаэуэллу, Великобритания – за организацию встречи

Профессору Чун Нам Онгу, Сингапур – за ведение встречи

Гюнтеру Крауну, США – за вклад в издание документов и обзор комментариев

Отдельную благодарность ВОЗ выражает экспертам, без которых написание данной работы вряд ли было бы возможным: Ребекка Калдерон, Джералд Комс, Жан Экстренд, Флойд Фрост, Энн Гранджиан, Сьюзанн Харрис, Франтишек Колизек, Майкл Леннон, Сильвано Монарка, Мануэль Оливарес, Дэннис О'Муллан, Соуле Семалулу, Ион Шалару и Эрика Сиверс.

ВОЗ также представляет спонсоров, благодаря которым состоялась встреча. Среди них: Международный институт Наук о Жизни, Отдел Науки и Технологии Агентства по защите Окружающей среды США (Вашингтон), Отдел Исследований и Развития (Исследовательский «Треугольный» Парк, Северная Каролина), Американский Объединенный Исследовательский Рабочий Фонд по Воде, Центр Питания Человека в Университете штата Небраска (Омаха), и Канадское Бюро по Качеству Воды и Здоровью (Оттава, Онтарио).

Последствия для здоровья, возникающие при употреблении деминерализованной питьевой воды

Франтишек Колизек

Национальный Институт общественного здоровья
Республика Чехия

I. Введение

Минеральный состав вод может широко варьироваться в зависимости от геологических условий данной местности. Ни подземные, ни поверхностные воды нельзя представить как чистое вещество, состав которого выражается формулой H_2O . Кроме того, природные воды содержат небольшое количество растворенных газов, минеральных и органических веществ натурального происхождения. Общие концентрации веществ, растворенных в воде высокого качества, могут достигать 10^2 г/мл. Благодаря непрерывному развитию микробиологии и химии с 19 века, множество возбудителей инфекций, передающихся с водой, может быть идентифицировано. Сведения о том, что вода может содержать нежелательные компоненты, являются отправной точкой для создания руководства и норм по качеству питьевой воды. Международные нормы, регламентирующие предельно допустимые концентрации органических и неорганических веществ, а также микроорганизмов, существуют во многих странах мира. Эти нормы являются гарантией безопасности питьевой воды. Последствия, возможные при употреблении полностью деминерализованной воды, не рассматриваются, в связи с тем, что в природе такая вода фактически не встречается, кроме, возможно, дождевой воды и природного льда. Однако дождевая вода и лед не используются в системах водоснабжения развитых стран, в которых существуют определенные нормы качества питьевой воды. Как правило, пользование такой водой – это частный случай. Многие натуральные воды небогаты минералами, имеют невысокую жесткость (недостаток двухвалентных ионов), а жесткие воды часто умягчают искусственно.

Знания о том, как важны минеральные вещества и другие составляющие в питьевой воде, насчитывают тысячи лет и упоминаются уже в древнеиндийских Ведах. В книге Ригведа свойства хорошей питьевой воды описываются следующим образом: «Шиитам (прохладная), Сушихи (чистая), Сивам (должна быть биологически ценной, содержать минералы, а также следовые количества многих элементов), Истхам (прозрачная), Вималам лаху Шадгунам (показатель pH должен быть в пределах нормы)» (1).

Искусственно обработанная деминерализованная вода, которую изначально получали методом дистилляции, а затем методом обратного осмоса, должна использоваться для промышленных, технических и лабораторных целей. Технологии обработки воды начали широко применяться в 60-е годы прошлого века в прибрежных и внутренних районах. Это связано с нехваткой природных запасов воды и возрастающим потреблением воды, обусловленным демографическим ростом, более высокими стандартами качества жизни, развитием промышленности и массовым туризмом. Деминерализация воды нужна в том случае, когда доступные водные ресурсы представлены высокоминерализованной соленой или морской водой. Всегда актуальной была и проблема питьевой воды на океанских лайнерах и космических кораблях. Перечисленные методы обработки ранее применялись для обеспечения водой исключительно этих объектов из-за технической сложности и дороговизны.

В этой главе под деминерализованной водой понимается вода полностью или почти полностью освобожденная от растворенных минералов методами дистилляции, деионизации, мембранной фильтрации (обратный осмос или нанофильтрация), электродиализа и др. Состав растворенных веществ в такой воде может варьироваться, но их суммарное содержание должно быть не более 1 мг/л. Электропроводность – меньше 2 мС/м³ * и даже меньше (<0,1 мС/м³). Начало применения таких технологий – 1960-е годы, в то время деминерализация не была широко распространена. Тем не менее, уже в то время в некоторых странах изучались гигиенические аспекты использования такой воды. В основном это касается бывшего Советского Союза, где планировалась применять обессоливание для обеспечения питьевой водой городов Средней Азии. Изначально было понятно, что обработанная вода не годна для употребления без дополнительного обогащения минеральными веществами:

- деминерализованная вода очень агрессивна, ее необходимо нейтрализовать; в противном случае подача ее в распределительную систему, прохождение через трубы и накопительные баки невозможна. Агрессивная вода разрушает трубы и вымывает из них металлы и другие материалы;
- дистиллированная вода имеет «бедные» вкусовые характеристики;
- было доказано, что некоторые вещества, присутствующие в питьевой воде, важны для организма человека. Например, опыт искусственного обогащения воды фтором показал, что количество заболеваний полости рта снизилось, а эпидемиологические исследования, проведенные в 1960-е годы, показали, что жители регионов с жесткой питьевой водой меньше страдают сердечно-сосудистыми заболеваниями.

В итоге исследователи сосредоточили внимание на двух вопросах: 1) какие неблагоприятные последствия для здоровья человека могут возникнуть при употреблении деминерализованной воды и 2) каким должно быть минимальное, а также оптимальное содержание важных для человека элементов (например, минералов) в питьевой воде для того, чтобы качество воды удовлетворяло как технологическим, так и санитарным нормам.

Традиционно принятая методика оценки качества воды, основанная на анализе рисков, возникающих при высоких концентрациях токсичных веществ, сейчас пересмотрена: в расчет принимаются и возможные неблагоприятные последствия дефицита в воде определенных компонентов.

На одной из рабочих встреч по подготовке руководства по качеству питьевой воды Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) рассмотрела вопрос о том, каким должен быть оптимальный минеральный состав деминерализованной питьевой воды. Эксперты сделали акцент на возможных неблагоприятных последствиях употребления воды, из которой удалены некоторые вещества, всегда присутствующие в натуральной питьевой воде (2). В конце 70-х годов ВОЗ стала спонсором исследований, которые могли бы дать основополагающую информацию для выпуска руководства по качеству обессоленной воды. Данное исследование проводилось группой ученых из Института общественного здоровья имени А.Н. Сысина и Академией Медицинских Наук СССР под руководством проф. Сидоренко и доктора мед. наук Рахманина. В 1980 году был опубликован итоговый отчет в виде внутреннего рабочего документа (3). Он содержал следующий вывод: «Деминерализованная (дистиллированная) вода имеет не только неудовлетворительные органолептические показатели, но и оказывает неблагоприятное влияние на организм человека и животных». После оценки гигиенических, органолептических свойств и другой информации, ученые дали рекомендации по составу деминерализованной воды:

1) мин. минерализация 100 мг/л; содержание гидрокарбонат-ионов 30 мг/л; кальций 30 мг/л; 2) оптимальный сухой остаток (250-500 мг/л для хлоридно-сульфатных вод и 250-500 мг/л для гидрокарбонатных вод); 3) максимальный уровень щелочности (6,5 мэкв/л), натрий (200 мг/л), бор (0,5 мг/л) и бромид-ион (0,01 мг/л). Некоторые из рекомендуемых величин рассмотрены в этой главе более подробно.

* - мС/м³ – миллисименс на метр кубический, единица электропроводности

За последние три десятилетия деминерализация получила широкое распространение как метод обеспечения питьевой водой. В мире существует свыше 11 тысяч предприятий, производящих деминерализованную воду; суммарный выпуск готовой продукции - 6 миллиардов галлонов деминерализованной воды в день (Контруво). В некоторых регионах, таких как Средневосточная и Западная Азия, этим способом производится более половины всей питьевой воды. Как правило, деминерализованная вода подвергается дальнейшей обработке: в нее добавляют различные соли, например, карбонат кальция или известняк; перемешивают с малыми объемами сильноминерализованной воды для улучшения вкусовых характеристик и уменьшения агрессивности по отношению к распределительным сетям и сантехническому оборудованию. Тем не менее, деминерализованные воды могут сильно различаться по своему составу, например по минимальному содержанию минеральных солей.

Многие разведанные водные ресурсы не соответствуют по составу единому руководству по качеству питьевой воды.

Потенциальная возможность неблагоприятного воздействия деминерализованной воды на здоровье заинтересовала не только те страны, в которых ощущается нехватка питьевой воды, но и те, где популярны домашние системы обработки воды, а также употребляется бутилированная вода. Некоторые природные питьевые воды, в частности, ледниковые, небогаты минеральными веществами (менее 50 мг/л), а в ряде стран в питьевых целях используется дистиллированная питьевая вода. Некоторые марки бутилированной питьевой воды представляют собой деминерализованную воду, обогащенную впоследствии минеральными веществами для придания ей благоприятных вкусовых характеристик. Люди, употребляющие такую воду, могут недополучать минеральные вещества, присутствующие в более высокоминерализованной воде. Следовательно, при расчете уровня потребления минеральных веществ и рисков необходимо анализировать ситуацию не только на уровне общества, но и на уровне семьи, каждого человека в отдельности.

II. Риск для здоровья от употребления деминерализованной или слабоминерализованной воды

Сведения о воздействии деминерализованной воды на состояние организма основаны на экспериментальных данных и наблюдениях. Эксперименты проводились на лабораторных животных и людях-добровольцах, наблюдения - за большими группами людей, потребляющих деминерализованную воду, а также отдельными людьми, заказывающими воду, обработанную методом обратного осмоса и детьми, для которых детское питание было приготовлено на дистиллированной воде. Поскольку информация, полученная за период проведения этих исследований, ограничена, мы также должны учитывать результаты эпидемиологических исследований, где сравнивался эффект воздействия слабоминерализованной (более мягкой) и сильноминерализованной воды на здоровье. Деминерализованная вода, которая не была впоследствии обогащена минеральными веществами – крайний случай. Она содержит растворенные вещества, такие как кальций и магний, вносящие основной вклад в жесткость, в очень малых количествах.

Возможные последствия потребления воды, бедной минеральными веществами, делятся на следующие категории:

- прямое воздействие на слизистую оболочку кишечника, метаболизм и гомеостаз минеральных веществ, и другие функции организма;
- малое поступление/отсутствие поступления кальция и магния;
- малое поступление других макро- и микроэлементов;
- потери кальция, магния и других макроэлементов в процессе приготовления пищи;
- возможный рост поступления в организм токсичных металлов.

1. Прямое воздействие на слизистую оболочку кишечника, метаболизм и гомеостаз минеральных веществ, и другие функции организма

Дистиллированная и слабоминерализованная вода (общая минерализация < 50 мг/л) может быть неприятной на вкус, однако с течением времени потребитель к этому привыкает. Такая вода плохо утоляет жажду (3). Конечно, эти факты еще не говорят о каком-либо влиянии на здоровье, однако их нужно учитывать, принимая решение о пригодности использования слабоминерализованной воды для нужд питьевого водоснабжения. Низкая способность утолять жажду и неприятный вкус могут повлиять на объемы употребления воды или заставить людей искать новые источники воды, зачастую не лучшего качества.

Виллиамс (4) показал в своем отчете, что дистиллированная вода может вызвать патологические изменения эпителиальных клеток в кишечнике крыс, возможно из-за осмотического шока. Тем не менее, Шуман (5), позднее проводивший 14-дневный опыт с крысами, не получил таких результатов. Гистологические исследования не выявили никаких признаков эрозии, язвы или воспаления пищевода, желудка и тонкой кишки. Наблюдались изменения в секреторной функции животных (повышенная секреция и кислотность желудочного сока) и изменения мышечного тонуса желудка; эти данные приведены в докладе ВОЗ (3), но имеющиеся данные не позволяют однозначно доказать прямое негативное влияние воды с малой минерализацией на слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта.

На сегодняшний день доказано, что потребление воды, бедной минеральными веществами, оказывает негативное влияние на механизмы гомеостаза, обмен минеральных веществ и воды в организме: усиливается выделение жидкости (диурез). Это связано с вымыванием внутри- и внеклеточных ионов из биологических жидкостей, их отрицательным балансом. Кроме того, изменяется общее содержание воды в организме и функциональная активность некоторых гормонов, тесно связанных с регуляцией водного обмена. Эксперименты на животных (в основном, крысы), длившиеся около года, помогли установить, что употребление дистиллированной воды, или воды с общей минерализацией до 75 мг/л приводит:

1) увеличению потребления воды, диуреза, объема внеклеточной жидкости, концентрации натрия и хлорид-иона в сыворотке и их повышенного выделения из организма; приводя в итоге к общему отрицательному балансу, 2) уменьшается число красных кровяных телец, гематокритный индекс; 3) группа ученых под руководством Рахманина, изучая возможное мутагенное и гонадотоксическое действие дистиллированной воды, выяснила, что таким действием дистиллированная вода не обладает.

Однако было отмечено снижение синтеза гормонов трийодтиранина и альдостерона, повышенная секреция кортизола, морфологические изменения в почках, включая выраженную атрофию клубочков и разбухание слоя клеток, выстилающих сосуды изнутри, препятствующее току крови. Недостаточное окостенение скелета было обнаружено у зародышей крыс, родители которых употребляли дистиллированную воду (1-годовалый эксперимент). Очевидно, что недостаток минеральных веществ не восполнялся в организме крыс даже за счет питания, когда животные получали свой стандартный рацион с необходимой энергетической ценностью, питательными веществами и солевым составом.

Результаты эксперимента, проведенного учеными ВОЗ на людях-добровольцах, показали сходную картину (3), что позволило обрисовать основной механизм воздействия воды с минерализацией до 100 мг/л на обмен воды и минеральных веществ:

1) повышенные диурез (на 20 % по сравнению с нормой), уровень жидкости в организме, концентрация натрия в сыворотке; 2) пониженная концентрация калия в сыворотке; 3) повышенное выведение ионов натрия, калия, хлоридов, кальция и магния из организма.

Предположительно, вода с низкой минерализацией воздействует на осмотические рецепторы ЖКТ, вызывая усиленное выделение ионов натрия в кишечник и незначительное снижение осмотического давления в системе воротной вены с последующим активным выделением ионов натрия в кровь в качестве ответной реакции. Такие осмотические изменения в плазме крови приводят к перераспределению жидкости в организме. Увеличивается общий объем внеклеточной жидкости, происходит перемещение воды из эритроцитов и тканевой жидкости в плазму, а также распределение ее между внутриклеточной и тканевой жидкостями. Вследствие изменения объема плазмы в кровяном русле активируются рецепторы, чувствительные к объему и давлению. Они препятствуют выделению альдостерона и, как следствие, усиливается выделение натрия. Реакция рецепторов объема в сосудах может привести к снижению выделения антидиуретического гормона и повышенному диурезу. Немецкое Общество Питания пришло к подобным выводам и рекомендовало воздержаться от употребления дистиллированной воды (7). Сообщение было опубликовано в ответе немецкому изданию «Шокирующая Правда о Воде» (8), авторы которого рекомендовали употреблять дистиллированную воду вместо обычной питьевой воды. Общество в своем докладе (7) поясняет, что жидкости человеческого организма всегда содержат электролиты (калий и натрий), концентрация которых находится под контролем самого организма. Всасывание воды эпителием кишечника происходит при участии ионов натрия. Если человек выпивает дистиллированную воду, кишечник вынужден «добавлять» ионы натрия к этой воде, извлекая их из организма. Жидкость никогда не выделяется из организма в виде чистой воды, параллельно человек теряет и электролиты, вот почему необходимо пополнять их запас из пищи и воды.

Неправильное распределение жидкости в организме может повлиять даже на функции жизненно важных органов. Первые сигналы – утомляемость, слабость и головная боль; более серьезные – мышечные судороги и нарушение сердечного ритма.

Дополнительные сведения были собраны при проведении экспериментов с животными, клинических наблюдениях в некоторых странах. У животных, которых поили водой, обогащенной цинком и магнием, наблюдалась гораздо более высокая концентрация этих элементов в сыворотке крови, чем у тех, которые питались обогащенными кормами и пили слабоминерализованную воду. Интересен тот факт, что при обогащении в корма было добавлено существенно больше цинка и магния, чем в воду. Основываясь на результатах экспериментов и клинических наблюдениях пациентов с дефицитом минеральных веществ, больных, получавших внутривенное питание на дистиллированной воде, Роббинс и Слай (9) предположили, что потребление слабоминерализованной воды, было причиной усиленного вывода минералов из организма.

Постоянное употребление слабоминерализованной воды может вызвать описанные выше изменения, однако симптомы могут не проявляться, а могут проявиться и через много лет. Однако, серьезные повреждения, например, т.н. водная интоксикация или бред, могут быть следствием интенсивной физической работы и употребления некоторого количества дистиллированной воды (10). Так называемая водная интоксикация (гипонатриемический шок) может возникнуть не только как следствие потребления дистиллированной воды, но и питьевой воды вообще. Риск такой «интоксикации» возрастает с уменьшением минерализации воды. Серьезные проблемы со здоровьем возникали у альпинистов, употреблявших пищу, приготовленную на талом льду. Такая вода не содержит анионов и катионов, необходимых человеку. У детей, которые употребляют напитки, приготовленные на дистиллированной или слабоминерализованной воде, возникали такие заболевания, как отек мозга, конвульсии и ацидоз (11).

2. Малое поступление/отсутствие поступления кальция и магния

Кальций и магний очень важны для человека. Кальций – важная составляющая костей и зубов. Он является регулятором нервно-мышечной возбудимости, участвует в работе проводящей системы сердца, сокращении сердца и мышц, передаче информации внутри клетки. Кальций – элемент, ответственный за свертываемость крови. Магний является кофактором и активатором более чем 300 ферментативных реакций, включая гликолиз, синтез АТФ, транспорт минералов, таких как натрий, калий и кальций через мембраны, синтез белков и нуклеиновых кислот, нервно-мышечная возбудимость и мышечные сокращения.

Если оценить процентный вклад питьевой воды в общее потребление кальция и магния, станет понятно, что вода не является основным их источником. Тем не менее, значение этого источника минералов трудно переоценить. Даже в развитых странах продукты питания не могут компенсировать дефицит кальция и, особенно, магния, если питьевая вода бедна этими элементами.

Эпидемиологические исследования, проводившиеся в разных странах в течение последних 50 лет, показали, что существует связь между возросшим количеством сердечно-сосудистых заболеваний с последующим летальным исходом и потреблением мягкой воды. При сравнении мягкой воды с жесткой и богатой магнием, закономерность прослеживается очень четко. Обзор исследований сопровождается недавно опубликованными статьями (12-15), итоги подведены в других главах этой монографии (Кальдерон и Краун, Монарка). Последние исследования показали, что потребление мягкой воды, например, бедной кальцием, может привести к повышенному риску переломов у детей (16), нейродегенеративным изменениям (17), преждевременным родам и сниженному весу новорожденных детей (18) и некоторым видам рака (19,20). Кроме возрастания риска внезапной смертности (21-23), с употреблением воды, бедной магнием, связаны случаи нарушения работы сердечной мышцы (24), поздний токсикоз беременных (т.н. преэклампсия) (25), и некоторые виды рака (26-29).

Специфические сведения об изменениях в метаболизме кальция у людей, вынужденных употреблять обессоленную воду (к примеру, дистиллированную, профильтрованную через известняк) с низким содержанием кальция и минерализацией, были получены в советском городе Шевченко (3, 30, 31). У местного населения наблюдались пониженные активность щелочной фосфатазы и концентрации кальция и фосфора в плазме и выраженная декальцификация костной ткани. Ярче всего изменения были выражены у женщин (особенно беременных) и зависели от длительности проживания в городе Шевченко. Важность достаточного содержания кальция в воде установлена в вышеописанном эксперименте с крысами, получавшими полноценное питание, насыщенное питательными веществами и солями и обессоленную воду, искусственно обогащенную минеральными веществами (400 мг/л) и кальцием (5 мг/л, 25 мг/л, 50 мг/л) (3, 32). У животных, которые пили воду, содержащую 5 мг/л кальция, было отмечено снижение функций щитовидной железы и ряда других функций организма по сравнению с животными, которым доза кальция была удвоена.

Иногда последствия недостаточного поступления в организм некоторых веществ видны лишь спустя долгие годы, но сердечно-сосудистая система, испытывающая нехватку кальция и магния, реагирует гораздо быстрее. Несколько месяцев употребления воды, бедной кальцием и/или магнием – достаточный срок (33). Показательный пример – население Чехии и Словакии в 2000-2002 годы, когда в системе централизованного водоснабжения стали использовать метод обратного осмоса.

В течение нескольких недель или месяцев было отмечено много претензий, связанных с острой нехваткой магния (и возможно кальция) (34).

Жалобы населения касались сердечно-сосудистых заболеваний, усталости, слабости, мышечных судорог и фактически совпадали с симптомами, перечисленными в сообщении Немецкого Общества Питания (7).

3. Малое поступление других макро- и микроэлементов

Несмотря на то, что питьевая вода, за редким исключением, не является значительным источником важных элементов, вклад ее по некоторым причинам очень важен. Современные технологии приготовления продуктов питания не позволяют большинству людей получать достаточное количество минералов и микроэлементов. В случае острого дефицита какого-либо элемента, даже относительно малое количество его в воде может сыграть значительную защитную роль. Вещества в воде растворены и находятся в виде ионов, что позволяет им значительно легче адсорбироваться в организме человека, чем из продуктов питания, где они связаны в различные соединения.

Опыты на животных также показали важность присутствия в воде микроколичеств некоторых веществ. Например, Кондратюк (35) в отчете показал, что разница в получении микроэлементов приводила к шестикратному различию их концентраций в мышечной ткани животных. Эксперимент проводился в течение 6 месяцев; крысы были поделены на 4 группы и употребляли разную воду: а) водопроводная; б) слабоминерализованная; в) слабоминерализованная, обогащенная йодом, кобальтом, медью, марганцем, молибденом, цинком и фтором в обычных концентрациях; г) слабоминерализованная, обогащенная теми же элементами, но в 10-кратно больших количествах. Кроме того, было обнаружено, что необогащенная деминерализованная вода отрицательно влияет на процессы кроветворения. У животных, получавших необогащенную микроэлементами воду со слабой минерализацией, число красных кровяных клеток было на 19 % ниже, чем у особей, получавших обычную водопроводную воду. Разница в содержании гемоглобина была еще больше при сравнении с животными, получавшими обогащенную воду.

Последние исследования экологической ситуации в России показали, что население, потребляющее воду с малым содержанием минеральных веществ подвержено риску многих заболеваний. Это гипертензия (высокое артериальное давление) и изменения в коронарных сосудах, язва желудка и двенадцатиперстной кишки, хронический гастрит, зуб, осложнения у беременных, новорожденных и грудных детей, такие как желтуха, анемия, переломы и проблемы роста (36). Тем не менее, не до конца ясно, связаны ли все эти заболевания именно с нехваткой кальция, магния и других важных элементов или с иными факторами.

Лютай (37) провел многочисленные исследования в Усть-Илимской регионе России.

Объектом исследований стали 7658 взрослых людей, 562 ребенка и 1582 беременных женщин и их новорожденных детей; изучались заболеваемость и физическое развитие. Все эти люди делятся на 2 группы: они проживают в 2-х районах, где вода имеет разную минерализацию. В первом из выбранных районов вода характеризуется более низкой минерализацией 134 мг/л, содержание кальция и магния – 18,7 и 4,9 соответственно, гидрокарбонат иона – 86,4 мг/л. Во втором районе – более высокоминерализованная вода 385 мг/л, содержание кальция и магния – 29,5 и 8,3 соответственно, гидрокарбонат иона – 243,7 мг/л. В образцах воды из двух районов было также определено содержание сульфатов, хлоридов, натрия, калия, меди, цинка, марганца и молибдена. Культура питания, качество воздуха, социальные условия и время проживания в данном регионе у жителей двух районов были одинаковыми. Жители района с более низкой минерализацией воды чаще страдали от зоба, гипертензии, ишемической болезни сердца, язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, хронического гастрита, холецистита и нефрита. Дети медленнее развивались и страдали некоторыми отклонениями в росте, беременные женщины – отеками и анемией, новорожденные чаще болели.

Более низкий уровень заболеваемости был отмечен там, где содержание кальция в воде составляло 30-90 мг/л, магния – 17-35 мг/л, а общая минерализация – около 400 мг/л (для воды содержащей гидрокарбонаты). Автор пришел к выводу, что такая вода близка к физиологической норме для человека.

4. Потери кальция, магния и других макроэлементов в процессе приготовления пищи

Стало известно, что в процессе приготовления пищи на мягкой воде из продуктов (овощи, мясо, злаки) теряются важные элементы. Потери кальция и магния могут достигать 60 %, других микроэлементов – даже больше (медь-66 %, марганец-70 %, кобальт-86 %). Напротив, во время приготовления пищи на жесткой воде, потери минералов заметно ниже, а содержание кальция в готовом блюде может даже повыситься (38-41).

Хотя большинство питательных веществ поступает с продуктами питания, приготовление пищи на слабоминерализованной воде может заметно снизить общее поступление некоторых элементов. Причем эта нехватка гораздо серьезнее, чем при использовании такой воды только в питьевых целях. Современная диета большинства людей не в состоянии удовлетворить потребностей организма во всех необходимых веществах и, следовательно, любой фактор, способствующий потере минеральных веществ в процессе кулинарной обработки, может сыграть негативную роль.

5. Возможный рост поступления в организм токсичных металлов

Возросший риск поступления токсичных металлов может быть следствием двух причин: 1) более интенсивное выделение металлов из материалов, контактирующих с водой, приводящее к повышенной концентрации металлов в питьевой воде; 2) низкие защитные (антитоксические) свойства воды, бедной кальцием и магнием.

Вода с малой минерализацией нестабильна и как следствие проявляет высокую агрессивность по отношению к материалам, с которыми вступает в контакт. Эта вода легче растворяет металлы и некоторые органические компоненты труб, накопительных танков и емкостей, шлангов и фитингов, не будучи при этом способной образовывать комплексные соединения с токсичными металлами, снижая этим их негативное влияние.

В 1993-1994 гг. в США было зарегистрировано 8 вспышек химических отравлений питьевой водой, среди них – 3 случая отравления грудных детей свинцом. Анализ крови этих детей показал содержание свинца 15 мкг/100 мл, 37 мкг/100 мл и 42 мкг/100 мл при том, что 10 мкг/100 мл – уже небезопасный уровень. Во всех трех случаях свинец попал в воду из медных труб и спаянных свинцом швов накопительных танков. Во всех трех системах водоснабжения использовалась вода с малой минерализацией, что привело к более активному выделению токсичных материалов (42). Первые полученные пробы воды из водопроводных кранов показали содержание свинца 495 и 1050 мкг/л свинца; соответственно у детей, которые пили эту воду, в крови было обнаружено самое высокое содержание свинца. В семье ребенка, который получил меньшую дозу, концентрация свинца в водопроводной воде составляла 66 мкг/л (43).

Кальций и, в меньшей степени, магний в воде и продуктах питания являются защитными факторами, которые нивелируют воздействие токсичных элементов. Они могут предотвратить абсорбцию некоторых токсичных элементов (свинец, кадмий) из кишечника в кровь как путем прямой реакции связывания токсинов в нерастворимые комплексы, так и за счет конкуренции при всасывании (44-50). Незирая на то, что этот эффект ограничен, его нужно всегда учитывать. Население, употребляющее воду, бедную минеральными веществами, всегда больше подвержено риску воздействия токсичных веществ, чем то, которое пьет воду средней жесткости и минерализации.

6. Возможное бактериальное загрязнение воды с малой минерализацией

В целом вода склонна к бактериальному загрязнению при отсутствии следовых количеств дезинфектанта как в самом источнике, так и вследствие повторного микробного роста в распределительной системе уже после обработки. Повторный рост может также начаться в деминерализованной воде.

Бактериальному росту в распределительной системе может способствовать изначально высокая температура воды, повышение температуры по причине жаркого климата, отсутствие дезинфектанта и, возможно, бóльшая доступность некоторых питательных веществ (агрессивная по своей природе вода легко разъедает материалы, из которых сделаны трубы).

Несмотря на то, что неповрежденная мембрана очистки воды должна в идеале удалять все бактерии, но она может и не быть абсолютно эффективной (из-за течей). Свидетельство – вспышка брюшного тифа в Саудовской Аравии в 1992 г. вызванная водой прошедшей обработку в системе обратного осмоса (51). В наше время фактически вся вода перед попаданием к потребителю проходит дезинфекцию. Повторный рост непатогенных микроорганизмов в воде обработанной с помощью различных домашних систем очистки описан в работах групп Гельдрейха (52), Пэймента (53, 54) и многих других. Чешский Национальный институт Общественного Здоровья в Праге (34) протестировал ряд изделий, предназначенных для контакта с питьевой водой и обнаружил, что емкости под давлением для обратного осмоса предрасположены к повторному росту бактерий: внутри танка находится резиновая груша, которая является благоприятной для бактерий средой.

III. Оптимальный минеральный состав деминерализованной питьевой воды

Коррозионные свойства и потенциальная опасность деминерализованной воды для здоровья, распространение и употребление воды с малой минерализацией привело к созданию рекомендаций по минимальным и оптимальным концентрациям минералов в питьевой воде. Дополнительно в некоторых странах разработаны обязательные нормы, включенные в соответствующую законодательную или техническую документацию по качеству питьевой воды. Органолептические свойства и способность воды утолять жажду были также учтены в рекомендациях. Например, исследования, в которых принимали участие добровольцы, показали, что оптимальной можно считать температуру воды от 15 до 35 °С. Вода с температурой ниже 15 °С или выше 35 °С употреблялась испытуемыми в меньших объемах. Вода с содержанием растворенных солей 25-50 мг/л была признана безвкусной (3).

1. Отчет ВОЗ 1980 года

Употребление питьевой воды с низкой минерализацией способствует вымыванию солей из организма. Изменения водно-солевого баланса в организме были отмечены не только при употреблении деминерализованной воды, но и воды с минерализацией от 50 до 75 мг/л. Поэтому группа исследователей ВОЗ, которая подготовила отчет за 1980 г. (3), рекомендует употреблять в питьевых целях воду с минерализацией не менее 100 мг/л.

Также учеными сделан вывод: оптимальная минерализация составляет 200-400 мг/л для хлоридно-сульфатных вод и 250-500 мг/л для гидрокарбонатных вод (1980 г., ВОЗ). Рекомендации основаны на экспериментальных данных, участие в которых принимали крысы, собаки и люди-добровольцы. Были отобраны пробы: из водопроводной сети г. Москвы, деминерализованной воды с минерализацией около 10 мг/л и образцов, подготовленных в лаборатории (минерализация 50, 100, 250, 300, 500, 750, 1000 и 1500 мг/л) с использованием следующих ионов: Cl^- (40 %), HCO_3^- (32 %), SO_4^{2-} (28 %), Na^+ (50 %), Ca^{2+} (38 %), Mg^{2+} (12 %).

Были изучены многие показатели: динамика массы тела, основной метаболизм и метаболизм азота, ферментная активность, водно-солевой обмен и его регуляторная функция, содержание минеральных веществ в тканях и жидкостях организма, гематокритное число и активность антидиуретического гормона. При оптимальном содержании минеральных солей негативные изменения не были отмечены ни у крыс, ни у собак, ни у людей, такая вода, имеет высокие органолептические показатели, хорошо удаляет жажду, ее коррозионная активность невысока.

Кроме выводов об оптимальной минерализации воды отчет (3) дополнен рекомендациями по содержанию кальция (не менее 30 мг/л). Этому есть объяснение: при меньших концентрациях кальция изменяется обмен кальция и фосфора в организме и наблюдается пониженное содержание минералов в костной ткани. Также, когда концентрация кальция в воде достигает 30 мг/л, ее коррозионная активность снижается и вода становится более стабильной (3). В отчете (3) также есть указания по концентрации гидрокарбонат-иона в 30 мг/л для достижения приемлемых органолептических характеристик, снижения коррозионной активности и достижения равновесия с ионом кальция.

2. Современные рекомендации

Современные исследования дали дополнительную информацию о минимальном и оптимальном уровнях содержания минералов, которые должны присутствовать в деминерализованной воде. Например, влияние воды с различной жесткостью на состояние здоровья женщин в возрасте от 20 до 49 лет было предметом 2-х серий эпидемиологических исследований (460 и 511 женщин) в 4 городах Южной Сибири (55,56). Вода в городе А содержит самое малое количество кальция и магния (3,0 мг/л кальция и 2,4 мг/л магния). Вода в городе Б насыщена солями немного больше (18,0 мг/л кальция и 5,0 мг/л магния). Самая высокая насыщенность воды солями наблюдалась в городах В (22,0 мг/л кальция и 11,3 мг/л магния) и Г (45,0 мг/л кальция и 26,2 мг/л магния). У жительниц городов А и Б по сравнению с женщинами из В и Г чаще наблюдались изменения сердечно-сосудистой системы (по результатам ЭКГ), высокое артериальное давление, соматические дисфункции, головная боль и головокружение, остеопороз (рентгеновская абсорбциометрия).

Эти результаты подтверждают предположение о том, что содержание магния в питьевой воде должно составлять не менее 10 мг/л, кальция – 20 мг/л, а не 30 мг/л, как указано в отчете ВОЗ за 1980 г.

Основываясь на доступных данных, исследователи рекомендовали следующие концентрации кальция, магния и величину жесткости питьевой воды:

- для магния: минимум 10 мг/л (33,56), оптимальное содержание 20-30 мг/л (49, 57);

- для кальция: минимум 20 мг/л (56), оптимальное содержание около 50 (40-80) мг/л (57, 58);

- общая жесткость воды, суммарное содержание солей кальция и магния 2-4 ммоль/л (37, 50, 59, 60).

При соответствии состава питьевой воды этим рекомендациям негативных изменений в состоянии здоровья не наблюдалось или почти не наблюдалось. Максимальное защитное действие или позитивное влияние отмечено у питьевой воды с предположительно оптимальными концентрациями минеральных веществ. Наблюдения за состоянием сердечно-сосудистой системы позволили определить оптимальные уровни содержания магния в питьевой воде, изменения в метаболизме кальция и процессах окостенения стали основой для рекомендаций по содержанию кальция.

Верхний предел оптимального интервала жесткости был определен исходя из того, что при употреблении воды жесткостью свыше 5 ммоль/л возникает риск образования камней в желчном пузыре, почках, мочевом пузыре, а также артрозов и артропатии у населения.

В работе над определением оптимальных концентраций прогнозы строились на долговременном употреблении воды. При кратковременном употреблении воды для разработки терапевтических рекомендаций необходимо рассматривать более высокие концентрации.

IV. Руководства и директивы по кальцию, магнию и жесткости питьевой воды

Во втором издании Руководства по качеству питьевой воды (61) ВОЗ оценивает кальций и магний с точки зрения жесткости воды, но не дает отдельных рекомендаций по минимальному или максимальному содержанию кальция, магния, величине жесткости. Первая Европейская Директива (62) установила требования к минимальной жесткости для умягченной и обессоленной воды (не менее 60 мг/л кальция или эквивалентного катиона). Это требование стало обязательным в соответствии с национальным законодательством всех стран-членов ЕС, однако в декабре 2003 г. истек срок действия данной директивы, и она была заменена на новую (63). Новая Директива не включает требований к содержанию кальция, магния и величине жесткости.

С другой стороны, ничто не препятствует введению таких требований в национальное законодательство стран-членов. Только некоторые страны, вступившие в ЕС (например, Нидерланды) установили требования к содержанию кальция, магния и жесткости воды на уровне обязательных государственных норм.

Некоторые члены ЕС (Австрия, Германия) включили эти показатели в техническую документацию в качестве необязательных норм (методики снижения коррозионной активности воды). Все четыре европейские страны, вошедшие в ЕС в мае 2004 г., включили эти требования в соответствующие нормативные документы, однако строгость этих требований различна:

- Чехия (2004): для умягченной воды: не менее 30 мг/л кальция и не менее 1- мг/л магния; требования Руководства: 40-80 мг/л кальция и 20-30 мг/л магния (жесткость как $\Sigma \text{Ca} + \text{Mg} = 2,0-3,5$ ммоль/л);

- Венгрия (2001): жесткость 50-350 мг/л (по СаО); минимальная требуемая концентрация для бутилированной воды, новых источников воды, умягченной и обессоленной воды 50 мг/л;

- Польша (2000): жесткость 60-500 (по СаСО₃);

- Словакия (2002): требования по кальцию совпадают с указанными в Руководстве > 30 мг/л, по магнию 10-30 мг/л.

Российский стандарт по среде обитания в пилотируемых космических кораблях – общие медицинские и технические требования (64) - определяет требования к соотношению минералов в питьевой воде, прошедшей повторную обработку. Среди прочих требований указывается минерализация в пределах от 100 до 1000 мг/л; минимальные уровни фтора, кальция и магния устанавливаются специальной комиссией каждого космического флота отдельно. Акцент сделан на проблеме обогащения повторно используемой воды концентратом минеральных веществ для придания ей физиологической ценности (65).

V. Выводы

Питьевая вода должна содержать хотя бы минимальные количества важнейших минералов (и некоторых других компонентов, например, карбонатов). К сожалению, в последние два десятилетия исследователи почти не уделяли внимания благоприятному влиянию воды и ее защитным свойствам, так как были поглощены проблемой токсичных веществ-загрязнителей. Тем не менее, были предприняты попытки определения минимального содержания важных минеральных веществ или минерализации питьевой воды, а некоторые страны включили в свое законодательство требования Руководства по отдельным компонентам.

Данный вопрос актуален не только для деминерализованной питьевой воды, которая не была обогащена комплексом минеральных веществ, но и для воды, в которой содержание минеральных веществ снижено вследствие домашней или централизованной обработки, а также для слабоминерализованной бутилированной воды.

Питьевая вода, полученная с помощью деминерализации, обогащается минеральными веществами, однако это не касается воды, обработанной в домашних условиях. Даже после стабилизации минерального состава вода может не оказывать благоприятного воздействия на здоровье. Обычно воду обогащают минеральными веществами, пропуская через известняк или другие карбонат-содержащие минералы. Вода при этом насыщается в основном кальцием, а дефицит магния и других микроэлементов, например, фтора и калия ничем не восполняется. Кроме того, количество вносимого кальция регулируется скорее техническими (снижение агрессивности воды), нежели гигиеническими соображениями. Возможно, ни один из способов искусственного обогащения воды минеральными веществами не является оптимальным, поскольку насыщения всеми важными минеральными веществами не происходит. Как правило, методики стабилизации минерального состава воды разрабатываются с целью снижения коррозионной активности деминерализованной воды.

Необогащенная деминерализованная вода или вода с низким содержанием минеральных веществ – в свете нехватки или отсутствия в ней важных минеральных веществ – далеко не идеальный продукт, следовательно, ее регулярное потребление не дает адекватного вклада в общее потребление некоторых значимых нутриентов. В этой главе обосновано данное утверждение. Подтверждение экспериментальных данных и открытий, полученных на людях-добровольцах при исследовании сильно деминерализованной воды можно найти в более ранних документах, не всегда соответствующих современным методологическим требованиям. Однако не стоит пренебрегать данными этих исследований: некоторые из них уникальны. Ранние исследования, как опыты на животных, так и клинические наблюдения влияния деминерализованной воды на здоровье, дали сопоставимые результаты. Это подтверждается современными исследованиями.

Собрано достаточно данных для того, чтобы подтвердить: дефицит кальция и магния в воде не проходит без последствий. Есть доказательства, что более высокое содержание магния в воде приводит к снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний и внезапной смерти. Эта связь была описана во многих работах независимо друг от друга. При этом исследования были построены различным образом и касались различных регионов, населения и периодов времени. Последовательные результаты были получены при вскрытии, клинических наблюдениях и опытах с животными.

Биологическое правдоподобие защитного действия магния не вызывает сомнений, однако специфичность менее очевидна из-за разнообразной этиологии сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме повышенного риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний, низкое содержание магния в воде связано с возможными заболеваниями двигательных нервов, осложнениями беременности (т.н. преэклампсия), внезапная смерть маленьких детей и некоторые виды рака. Современные исследователи предлагают версию, что употребление мягкой воды с низким содержанием кальция может приводить к переломам у детей, нейродегенеративным изменениям, преждевременным родам, низкой массе тела новорожденных и некоторым видам рака. Нельзя исключать роль водного кальция в развитии сердечно-сосудистых заболеваний.

Международные и национальные организации, ответственные за качество питьевой воды, должны рассматривать руководство по обработке деминерализованной воды, обязательно определяя минимальные значения важных показателей, включая кальций, магний и минерализацию. При необходимости полномочные организации обязаны поддерживать и продвигать целевые исследования в этой области для улучшения состояния здоровья населения. Если руководство по качеству разрабатывается по отдельным веществам, обязательным в деминерализованной воде, полномочные организации должны быть уверены, что документ применим для потребителей домашних систем очистки воды и бутилированной воды.

Ссылки

1. П. Садгир, А. Ваманрао. Вода в ведической литературе. Протоколы 3-й международной конференции Водной Исторической Ассоциации (http://www.iwha.net/a_abstract.htm), Александрия, 2003
2. Отчет рабочей группы (Брюссель, 20-23 марта 1978). Влияние очистки воды от веществ, присутствующих в природной воде, особенности деминерализованной и обессоленной воды. Евро Отчеты и Исследования 16. Копенгаген, ВОЗ, 1979.
3. Руководство по гигиеническим аспектам обессоливания воды. ETS/80.4. Женева, ВОЗ, 1980.
4. А.У. Вильямс. Исследования посредством электронного микроскопа адсорбции воды в тонком кишечнике. Gut 1964; 4: 1-7.
5. К. Шуман, Б. Эльсенханс, Ф. Рейчл и др. Вызывает ли употребление сильноочищенной воды повреждение ЖКТ у крыс? Vet Hum Toxicol 1993; 35: 28-31.
6. Ю.А. Рахманин, Р.И. Михайлова, А.В. Филлипова и др. Некоторые аспекты биологического влияния дистиллированной воды (на русском). Гигиена и санитария 1989; 3: 92-93.
7. Немецкое общество питания. Пить ли дистиллированную воду? (на немецком). Медицинская фармакология, 1993; 16: 146.
8. П.С. Брэгг. Р. Брэгг. Шокирующая правда о воде. 27-е издание, Санта-Барбара, Калифорния, Наука о Здравье, 1993.
9. Д.Дж. Роббинс, М.Р. Слай. Цинк в сыворотке крови и деминерализованная вода. Американский журнал клинической нутрициологии 1981; 34: 962-963.
10. Б. Баснаят, Дж. Слэггс, М. Сьюзерс Спрингер: последствия чрезмерного употребления воды. Уайлдернесс Экологикал Медсин 2000; 11: 69-70.
11. Приступы гипонатриемии у детей, употребляющих бутилированную питьевую воду
12. М.-П. Савант, Д. Пепин. Питьевая вода и сердечно-сосудистые заболевания. Пищевая и химическая токсикология 2002; 40: 1311-1325.

13. Ф. Донато, С. Монарка, С. Премпери, У. Гелатти. Жесткость питьевой воды и хронические дегенеративные изменения. Часть III. Опухоли, мочекаменная болезнь, пороки внутриутробного развития, ухудшение функции памяти у пожилых людей и атоническая экзема (на итальянском). Ежегодный гигиенический журнал – профилактическая медицина в обществе 2003; 15: 57-70.

14. С. Монарка, И. Дзербини, Ц. Симонатти, У. Гелатти. Жесткость питьевой воды и хронические дегенеративные изменения. Часть II. Сердечно-сосудистые заболевания (на итальянском). Ежегодный гигиенический журнал – профилактическая медицина в обществе 2003; 15: 41-56.

15. Дж. Нарди, Ф. Донато, С. Монарка, У. Гелатти. Жесткость питьевой воды и хронические дегенеративные изменения. Часть I. Анализ эпидемиологических исследований (на итальянском). Ежегодный гигиенический журнал – профилактическая медицина в обществе 2003; 15: 35-40.

16. С. Верд Валлеспир, Дж. Санчес Домингос, М. Квинталь Гонсалес и др. Связь между содержанием кальция в питьевой воде и переломами у детей (на испанском). Педиатрия в Испании 1992; 37: 461-465.

17. Х. Джескмин, Д. Комменгес, Л. Летенневр и др. Компоненты питьевой воды и ухудшение функции памяти у пожилых людей. Американский эпидемиологический журнал 1994; 139: 48-57.

18. Си. Уай. Янг, Х.Ф. Чиу, Ц. Чанг и др. Связь между очень низким весом новорожденных и содержанием кальция в питьевой воде. Исследования окружающей среды 2002; Секция А, 89:189-194.

19. Си. Уай. Янг, Х.Ф. Чиу, Дж.Ф. Чиу и др. Кальций и магний в питьевой воде и риск смертности от рака прямой кишки. Японский журнал исследования рака 1997; 88: 928-933.

20. Си. Уай. Янг, М.Ф. Ченг, С.С. Цай и др. Кальций, магний и нитраты в питьевой воде и смертность от рака желудка. Японский журнал исследования рака 1998; 89: 124-130.

21. М.Дж. Эйсенберг. Дефицит магния и внезапная смерть. Американский кардиологический журнал 1992; 124: 544-549.

22. Д. Бернарди, Ф.Л. Дини, А. Аззарелли и др. Уровень внезапной смертности по причине заболеваний сердца в регионах с частыми заболеваниями коронарных сосудов и малой жесткостью питьевой воды. Ангиология 1995; 46: 145-149.

23. П. Гарзон, М.Дж. Эйсенберг. Различие в минеральном составе бутилированных питьевых вод промышленного производства: шаг к здоровью или болезни. Американский медицинский журнал 1998; 105: 125-130.
24. О. Ивами, Т. Ватанабе, Ц.С. Мун и др. Нейромоторные заболевания в Кии Пенинсула в Японии: избыточное потребление марганца в сочетании с недостатком магния в питьевой воде как фактор риска. Общий научный журнал об окружающей среде 1994; 149: 121-135.
25. З. Меллес, С.А. Кисс. Влияние содержания магния в питьевой воде и магниевой терапии в случае обессоленной воды. *Magnes Res* 1992; 5: 277-279.
26. Си.Уай. Янг, Х.Ф. Чиу, М.Ф. Ченг и др. Смертность от рака желудка и уровни жесткости питьевой воды в Тайване. Исследование окружающей среды 1999; 81: 302-308.
27. Си.Уай. Янг, Х.Ф. Чиу, М.Ф. Ченг и др. Смертность от рака поджелудочной железы и уровни жесткости питьевой воды в Тайване. Журнал токсикология, здоровье, окружающая среда 1999; 56: 361-369.
28. Си.Уай. Янг, С.С. Цай, Т.Си. Лай и др. Смертность от рака прямой кишки и уровни жесткости питьевой воды в Тайване. Исследование окружающей среды 1999; 80: 311-316.
29. Си.Уай. Янг, Х.Ф. Чиу, М.Ф. Ченг и др. Кальций и магний в питьевой воде и риск смертности от рака груди. Журнал токсикология, здоровье, окружающая среда 2000; 60: 231-241.
30. Ю.Н. Прибытков. Статус фосфорно-кальциевого обмена (оборота) у жителей города Шевченко, использующих обессоленную питьевую воду (на русском). Гигиена и санитария 1972; 1:103-105.
31. Ю.А. Рахманин, Т.Д. Личникова, Р.И. Михайлова. Гигиена воды и общественная защита водных ресурсов (на русском). Москва: Академия медицинских наук, СССР, 1973: 44-51.
32. Ю.А. Рахманин, Т.И. Бонашевская, А.П. Лестровой. Гигиенические аспекты охраны окружающей среды (на русском). Москва: Академия медицинских наук, СССР, 1976 (fasc 3), 68-71.
33. Е. Рубенович, И. Молин, Дж. Аксельссон, Р. Риландер. Магний в питьевой воде: связь с инфарктом миокарда, заболеваемостью и смертностью. Эпидемиология 2000; 11: 416-421.

34. Национальный институт общественного здоровья. Внутренние данные. Прага: 2003.
35. В.А. Кондратюк. Микроэлементы: значимость для здоровья в питьевой воде малой минерализации. Гигиена и санитария 1989; 2: 81-82.
36. И.В. Мудрый. Влияние минерального состава питьевой воды на здоровье населения (обзор). (На русском). Гигиена и санитария 1999; 1: 15-18.
37. Г.Ф. Лютай. Влияние минерального состава питьевой воды на здоровье населения. (На русском). Гигиена и санитария 1992; 1: 13-15.
38. Ультрамикроэлементы в воде: вклад в здоровье. Хроники ВОЗ 1978; 32: 382-385.
39. Б.С.А. Хэйрин, В.Ван Дельфт. Изменения в минеральном составе продуктов питания как результат приготовления на жесткой и мягкой воде. Arch Environmental Health 1981; 36: 33-35.
40. Си.К. Ох, П.В. Люкер, Н. Ветсельсбергер и др. Определение магния, кальция, натрия и калия в различных продуктах питания с анализом потери электролитов после разных видов кулинарной обработки. Mag Bull 1986; 8:297-302.
41. Дж. Дурлах (1988) Важное значение магния в воде. Магний в клинической практике, Дж. Дурлах. Лондон: изд. Джон Либби и компания, 1988: 221-222.
42. М.Х. Крамер, Б.Л. Нервальдт, Дж.Ф. Краун и др. Надзор за вспышками инфекционных заболеваний, передающихся с водой. США, 1993-1994. MMWR 1996; 45 (No SS-1): 1-33.
43. Эпидемиологические заметки и доклады о загрязнении свинцом питьевой воды, хранящейся в накопительных емкостях. Аризона, Калифорния, 1993. MMWR 1994; 43 (41): 751; 757-758.
44. Д. Дж. Томпсон. Ультрамикроэлементы в питании животных. 3-е издание, Иллинойс: Международное Общество по Минеральным и Химическим Веществам, 1970.
45. О.А. Левандер. Факторы питания по отношению к токсичным загрязнителям – тяжелым металлам. Fed Proc 1977; 36: 1783-1687.
46. Ф.В. Оехм, изд. Токсичность тяжелых металлов в окружающей среде. Часть 1. Нью-Йорк: М. Деккер, 1979.

47. Х.Си. Хоппс, Дж.Л. Федер. Химические свойства воды, благотворно влияющей на здоровье. Общий научный журнал об окружающей среде 1986; 54: 207-216.
48. В.Г. Надеенко, В.Г. Ленченко, Г.Н. Красовский. Эффект комбинированного воздействия металлов при их попадании в организм с питьевой водой (на русском). Гигиена и санитария 1987; 12: 9-12.
49. Дж. Дурлах, М. Бара, А. Гуэт-Бара. Концентрация магния в питьевой воде и его значение в оценке риска сердечно-сосудистых заболеваний. У. Итокава, Дж. Дурлах. Болезни и здоровье: роль магния. Лондон: Дж. Либби и компания, 1989: 173-182.
50. С.И. Плитман, Ю.В. Новиков. Н.В. Тулакина и др. К вопросу коррекции стандартов по деминерализованной воде с учетом жесткости питьевой воды (на русском). Гигиена и санитария 1989; 7: 7-10.
51. С.Н. Аль-Кварави, Х.Е. Эль Бушра, Р.Е. Фонтэйн. Передача возбудителя брюшного тифа через систему обратного осмоса воды. Эпидемиология 1995; 114: 41-50.
52. Е.Е. Гельдрейх, Р.Х. Тейлор, Дж. С. Блэннон и др. Рост бактерий в устройствах обработки воды, предназначенных к использованию в месте подключения. Рабочий журнал Водной Ассоциации Америки 1985; 77: 72-80.
53. П. Пэймент. Рост бактерий в обратноосмотических устройствах фильтрации воды.
54. П. Пэймент, Е. Франко, Л. Ричардсон и др. Связь между состоянием ЖКТ и употреблением питьевой воды, обработанной домашними системами обратного осмоса, работающими в месте подключения. Прикладная микробиология окружающей среды 1991; 57: 945-948.
55. А.И. Левин, Ж.В. Новиков, С.И. Плитман и др. Влияние воды с различной степенью жесткости на сердечно-сосудистую систему (на русском). Гигиена и санитария 1981; 10: 16-19.
56. Ж.В. Новиков, С.И. Плитман, А.И. Левин и др. Гигиенические нормы минимального содержания магния в питьевой воде (на русском). Гигиена и санитария 1983; 9: 7-11.
57. Ф. Козичек. Биогенная ценность питьевой воды (на чешском). Тезисы диссертации на степень кандидата наук. Прага: Национальный Институт Общественного Здоровья, 1992.

58. Ю.А. Рахманин, А.В. Филлипова, Р.И. Михайлова. Гигиеническая оценка известняковых материалов, применяемых для коррекции минерального состава воды с низкой минерализацией (на русском). Гигиена и санитария 1990; 8: 4-8.
59. Л.С. Музалевская, А.Г. Лобковский, Н.И. Кукарина. Связь ...и мочекаменной болезни, остеоартроза и солевой артропатии с жесткостью питьевой воды. (на русском). Гигиена и санитария 1993; 12: 17-20.
60. И.М. Голубев, В.П. Зимин. В соответствии со стандартом общей жесткости в питьевой воде (на русском). Гигиена и санитария 1994; 3: 22-23.
61. Руководство по качеству питьевой воды. 2-е издание, 2-й том, Критерии Безопасности для здоровья и другая сопутствующая информация. Женева: ВОЗ, 1996: 237-240.
62. Европейская Директива 80/778/ЕЕС от 15 июля 1980 г. по качеству питьевой воды, предназначенной для употребления человеком. Из Журнала Европейского Сообщества 1980 г.; L229: 11-29.
63. Европейская Директива 98/83/ЕС от 3 ноября 1998 по качеству питьевой воды, предназначенной для употребления человеком. Из Журнала Европейского Сообщества 1998; L330; 32-54.
64. ГОСТ Р 50804-95. Среда обитания в пилотируемых космических кораблях – общие медицинские и технические требования (на русском). Москва: Госстандарт России, 1995.
65. Е.Ф. Скляр, М.С. Амигаров, С.В. Березкин, М.Г. Курочкин, В.М. Скуратов. Технология минерализации повторно используемой воды. Авиакосмическая Экология и Медицина 2001; 35 (5): 55-59.

13.

**Питательные вещества в питьевой воде:
роль в питании младенцев и детей раннего возраста****Эрика Сиверс****Институт Общественного здоровья
Северный Рейн, Вестфалия
Мюнстер, Германия**

I. Введение

Глобальная стратегия ВОЗ по отношению к младенцам и детям раннего возраста подчеркивает важность правильного питания детей и считает, что в первые 6 месяцев жизни дети должны питаться только грудным молоком. Детям, у которых нет возможности питаться грудным молоком, из-за отсутствия его у матери или по медицинским показаниям, нужны заменители. Это может быть детское питание, произведенное с соблюдением всех требований стандартов Кодекс Алиментариус, или сделанное в домашних условиях и обогащенное микроэлементами (1). Питьевая вода необходима для восстановления сухих смесей и других продуктов, заменяющих материнское молоко. При постоянном употреблении значительного, по отношению к массе тела, объема воды, ее вклад в поступление минералов в организм ребенка может оказаться значительным. Особенно ярко это выражено у детей до 6 месяцев, находящихся на искусственном вскармливании, так как они наиболее уязвимы к высоким концентрациям питательных веществ и загрязнителей в питьевой воде. Эти дети входят в группу риска.

При разработке основных требований к составу детского питания, важность качества воды, используемой для восстановления смесей, было подтверждено Научным Комитетом Питания Европейской Комиссии (2). Есть мнение, что минеральный состав воды может широко варьироваться в зависимости от ее происхождения, однако формулу оптимального состава исследователи так и не вывели до сих пор. Рекомендации по составу детского питания сводятся к общим сведениям о питательной ценности смеси, готовой к употреблению. Обычно в описании продукта изготовитель сообщает только о том, какое соотношение воды и смеси необходимо соблюдать для правильного приготовления детского питания и некоторые другие технические аспекты. Однако никто не задумывается о том, каково содержание минеральных веществ в питьевой воде.

Опреснение, обессоливание как метод получения воды, пригодной для питьевых целей, сегодня применяется повсеместно. Реминерализация такой воды – способ улучшения ее состава.

Должна учитываться и специфика, присущая группам риска, однако потребности младенцев и детей раннего возраста, в частности младенцев, вскармливаемых искусственно, должны обсуждаться отдельно. Вопрос возникает при рассмотрении отличительных свойств обработанной воды и возможности приготовления на ней детского питания.

II. Оценка потребления минеральных веществ грудными детьми

Принятие общественными организациями здравоохранения решений о том, каким должен быть состав детских смесей и использовать ли питьевую воду при кормлении детей грудного возраста, требует знания методов исследования продуктов для грудных детей и детей раннего возраста. Это методы могут иметь критическое значение при толковании полученных результатов. Исследования детского питания, как правило, проводятся по стандартной схеме: анализ смеси как таковой или смеси, приготовленной в стандартных лабораторных условиях с водой определенного минерального состава (3). Исследования обмена веществ, биодоступности минералов проводились с целью исключить или свести к минимуму возможное влияние различных источников воды (4). Работа выполнялась как в клинических, так и в домашних условиях с постоянным источником воды или готовым к употреблению жидким детским питанием. С одной стороны, в последних отчетах по теме минерального обогащения детского питания нет оценки ни представительных концентраций минеральных веществ в домашней питьевой воде ни количественной оценки потребления человеком воды (5-7). Например, изучение концентраций меди в питьевой воде, не было испытано ни соответствующее питание, ни соответствующие образцы (8). Наконец, исследования, посвященные питьевой воде, и детским смесям, базируются на концентрациях минеральных веществ, заявленных производителем в сухой смеси, однако анализируются восстановленные образцы (9).

III. Количество воды, потребляемой младенцами и детьми раннего возраста

Для здоровья и хорошего самочувствия маленьких детей необходимо сбалансированное питание, содержащее все необходимые минеральные вещества. Условием нормального роста организма является достаточное поступление и положительный баланс минеральных веществ: макро-, микро- и ультрамикроэлементов. Несовершенство гомеостатического механизма, а именно функций всасывания и выделения ЖКТ и почек, является причиной сильного беспокойства. Дети восприимчивы к избытку или недостатку минеральных веществ, также как к токсичным веществам в критический период умственного и физического развития. Определяющим фактором при расчете количества минеральных веществ, получаемых человеком с водой, является объем потребляемой воды.

1. Выбор питания – важный фактор учета потребления питьевой воды в раннем детстве.

При расчете потребления воды в группах риска были приняты величины 0,75 л в день для ребенка весом 5 кг и 1 л в день для ребенка весом 10 кг (10). Несмотря на то, что эти величины могут уверенно использоваться в стандартных расчетах, полный диапазон потребления воды детским населением различных регионов приведен в Таблице Продуктов Питания и Пищевой Ценности Института Медицины (11). Выбор питания для ребенка, особенно от рождения до 6-месячного возраста, имеет большое значение в определении потребления минеральных веществ из питьевой воды:

- здоровые дети, растущие исключительно на грудном вскармливании в соответствии с рекомендациями (1), могут не употреблять питьевую воду до 6 месяцев. Минеральные вещества в их организм должны поступать из молока матери. К сожалению, детям часто дают дополнительно воду, чай или другие напитки, содержащие питательные вещества. Постепенное введение дополнительного прикорма рекомендуется в возрасте от полугода до 2-х лет. В этот период нужно давать детям воду, учитывая потребление молока и способы обработки других продуктов домашнего и заводского изготовления.

- здоровые дети, вскармливаемые смесями, получают воду с первого дня своей жизни, так как она нужна для восстановления сухой смеси. Минеральные вещества в организм ребенка поступают из детского питания и воды. Питание может быть приготовлено на воде из разных источников: водопроводная вода, вода из подземных скважин и натуральная бутилированная минеральная вода, признанная пригодной для детского питания. Специфические характеристики состава водопроводной воды, используемой в доме или использование застойной воды, могут влиять на ребенка в течение всего периода кормления детскими смесями. Это может привести к определенным неблагоприятным последствиям, если родители не осведомлены в вопросах качества питьевой воды. Маленькие дети получают в основном приготовленные в домашних условиях смеси, в то время как дети более старшего возраста и взрослые люди могут употреблять значительное количество питьевой воды вне дома. Сухие смеси не обязательно произведены в том регионе, где продаются и могут не соответствовать стандартам качества страны-импортера. Кроме того, многие экологические и юридические факторы могут независимо оказывать влияние на минеральный состав детского питания.

- смеси для приготовления в домашних условиях, как правило, местного производства; влияние на их качество оказывает состав почвы, использование удобрений, загрязнение окружающей среды. Все перечисленные факторы накладывают отпечаток на минеральный состав воды в данном регионе. Для приготовления детского питания в домашних условиях можно использовать коровье молоко и питьевую воду в соотношении 1:1 с добавлением других компонентов. По другим рекомендациям это соотношение может равняться 2:1 (13).

Как результат – сниженное употребление питьевой воды. Для детей старше 6 месяцев употребление питьевой воды нужно рассчитывать исходя из выбора дополнительного прикорма и напитков, а также способа их приготовления.

- продукты для дополнительного прикорма после 6 месяцев могут быть разнообразными, что также значительно влияет на оценку поступления минеральных веществ с питьевой водой. При этом может наблюдаться чрезмерное поступление в организм питательных веществ. Полезны продукты, богатые природными микроэлементами, цинком и железом (например, мясо) или макроэлементами, кальцием (например, молочные продукты), однако не всегда ребенок получает такие продукты, в силу недоступности или неприемлемости их для данной семьи. Это может привести к тому, что ребенок будет питаться в основном продуктами на растительной основе, вегетарианскими блюдами низкой пищевой ценности (12,14). В такой ситуации, питьевая вода в зависимости от состава, может вносить значительный вклад в суммарное потребление минеральных веществ.

Предполагая возможное поступление минеральных веществ в организм ребенка, исследователи могут учитывать и те факторы, которые не влияют напрямую на фактический состав продукта. За «стандартное потребление» питьевой воды ВОЗ приняла 750 мл (10); ту же величину дает Научный Комитет продуктов питания (2) для детского питания. Большинство стандартных потребительских инструкций для детского питания рекомендует соотношение 90 г воды на 100 г детского питания. Следовательно, предположения о количестве потребляемой искусственно вскармливаемым ребенком питьевой воды, могут различаться примерно на 10 %. В существующих рекомендациях по детскому питанию прослеживается тенденция к снижению верхнего предела энергетической ценности (калорийности) продуктов для детей младенческого и более старшего возраста. Требования к питательной ценности сухих детских смесей даются в расчете на потребление 100 ккал (см. 2), что выражается в снижении верхнего предела рекомендуемого потребления минеральных веществ (- 7 % или – 12 %). Можно сослаться на 10 %-ные различия, но приведенные примеры подчеркивают, что необходима ясность относительно факторов, влияющих на конечный состав детского питания.

2. Специфические особенности потребления воды в младенчестве и детском возрасте

Для детей, вскармливаемых исключительно материнским молоком, к 6-месячному возрасту объем потребляемой воды возрастает с 699 г до 854 г (15). Дети, получающие смеси-заменители, потребляют питания больше своих сверстников уже к 2-4 месяцам (16). Возможные значения потребляемого объема водопроводной воды (рисунок 1) были рассчитаны путем переоценки данных, полученных при длительных исследованиях

потребления минеральных веществ детьми, находящимися на грудном и искусственном вскармливании (17,18):

Полностью грудное вскармливание было рекомендовано детям до 4-месячного возраста, прочие семьи получали для питания детей жидкие смеси, заменяющие молоко. Для детей, начиная с 5 месяцев, использовались сухие смеси, пищевые добавки с учетом возраста, измельченные злаки и вода, пригодная для грудных детей. Взвешивание каждой порции пищи в интервале 72 часов позволило оценить вклад каждого продукта в общее потребление. Пересчет для жидкого детского питания был сделан на основе предположения, что использовались смеси и питьевая вода, аналогичные произведенным в Германии. Это примечание позволило оценить различия в потреблении питьевой воды доношенными детьми, находящимися на грудном вскармливании и недоношенными детьми, а также доношенными детьми, находящимися на искусственном вскармливании (рис. 1, табл. 1). Вплоть до 4-месячного возраста, только два ребенка на грудном вскармливании получали питьевую воду в небольших количествах. В то же время, для восстановления сухих молочных смесей дневное потребление воды падало с 158 до 140 г/кг для недоношенных детей и с 153 до 122,9 г/кг для доношенных детей. Все семьи, принимавшие участие в исследовании, получали стандартные пищевые добавки. Добавки давали детям, старше 32 недель с тем, чтобы употребление питьевой воды во всех группах (57 % общего потребления воды, таблица 1) было сравнимым.

Таблица 1. Употребление питьевой воды в младенчестве (среднее значение и интервал)

Возраст, недели, ±	4	8	16	24	32	42	52
Дети	Общее потребление воды, г/кг·день						
НД-С	158,3 (128,1-201,9)	148,0 (123,2-254,2)	140,1 (102,2-172,4)	90,2 (52,9-130,6)	78,5 (58,0-116,2)	77,9 (65,1-110,9)	81,3 (56,9-116,6)
ДД-С	152,7 (111,8-224,1)	142,6 (99,6-240,0)	122,9 (106,5-157,8)	94,5 (81,9-117,8)	87,9 (69,3-139,6)	83,7 (53,8-135,3)	77,7 (63,4-149,9)
ДД-Г	132,7 (81,7-147,7)	111,4 (75,6-153)	97,8 (50,1-144,2)	98,8 (66,9-132,2)	84,9 (71,4-140,3)	82,9 (60,0-165,3)	93,7 (49,2-192,2)
	Общее потребление воды, г/кг·день						
НД-С	158,3 (122,8-201,9)	148,0 (112,3-254,2)	140,1 (102,2-172,4)	70,3 (48,6-130,6)	43,1 (31,7-99,9)	42,9 (25,9-76,6)	43,9 (21,3-67,9)
ДД-С	152,7 (111,8-224,1)	142,6 (99,6-240,0)	122,9 (106,5-157,8)	76,5 (63,4-100,6)	47,8 (38,0-97,8)	48,7 (33,3-89,9)	50,0 (33,2-104,6)
ДД-Г	0,0 (0,0-4,7)	0,0 (0,0-14,0)	0,0	18,6 (0,0-83,9)	46,6 (3,8-96,5)	49,5 (9,8-118,1)	48,9 (0,8-148,8)
	Потребление питьевой воды, в % от общего потребления						
НД-С	100,0 (95,8-100,0)	100,0 (91,1-100,0)	100,0 (98,9-100,0)	88,2 (65,4-100,0)	57,7 (41,4-85,9)	53,3 (39,6-73,5)	55,2 (37,4-71,9)
ДД-С	100,0	100,0 (99,9-100,2)	100,0	81,7 (67,8-100,0)	57,7 (48,1-70,1)	58,2 (54,8-75,1)	58,9 (44,8-70,4)
ДД-Г	0,0 (0,0 до 3,6)	0,0 (0,0-11,4)		16,8 (0,0-84,3)	57,0 (4, 6-71,6)	63,8 (12,2-77,3)	66,3 (0,9-81,3)

Примечание:

1) НД-С – недоношенные дети, смеси; ДД-С – дети, родившиеся в срок, смеси; ДД-Г – доношенные дети, грудное вскармливание;

2) НД-С: исследования проводились параллельно: недоношенные дети, рожденные после 29 (25-32) недель беременности, вскармливаемые искусственно, сравнивались с доношенными; вскармливание детским питанием на основе протеина коровьего молока вплоть до 16-недельного возраста с поправкой на продолжительность беременности; количество детей $n = 15$ (14-15);

ДД-С: доношенные дети, вскармливаемые детским питанием на основе протеина коровьего молока вплоть до 16-недельного возраста; количество детей $n = 15$ (11-14);

ДД-Г: доношенные дети, вскармливаемые полностью или преимущественно грудным молоком вплоть до 16-недельного возраста; количество детей $n = 20$ (14-16).

Рисунок 1. Потребление водопроводной воды детьми при грудном вскармливании, искусственном вскармливании и недоношенными детьми (данные основаны на изучении поступления в организм минеральных веществ: 17, 18).

Указанное здесь потребление питьевой воды превышает величины, полученные DONALD (Дортмундский Проект Пищевых и Антропометрических Исследований) (19). В своем отчете авторы приводят такие данные: для детей, вскармливаемых молочными смесями, дневная норма воды постепенно снижалась со 107 ± 28 г/кг в возрасте 3 месяцев до 33 ± 25 г/кг у годовалых детей. При сравнении количества воды, употребляемой детьми, вскармливаемыми грудным молоком и молочными смесями, исследователи отметили, что для детей, получающих грудное молоко, эта величина составляет 15 ± 23 г/кг, при кормлении молочными смесями – 49 ± 33 г/кг соответственно. Для детей от года до трех лет потребность в воде составляет 15 ± 20 г/кг.

Расхождение может объясняться тем, что DONALD не учитывает детей до 3-х месячного возраста, которые употребляют больше воды. Меньшее употребление водопроводной питьевой воды может указывать на то, что большая часть продуктов в рационе ребенка приготовлена в домашних условиях. DONALD также исследовал потребление воды детьми школьного возраста (20) и оценивал статус потребления воды детьми от 4 до 10,9 лет. Ученые принимали во внимание разнообразные факторы: сколько ребенок пьет воды, анализы мочи, осмоляльность мочи. Авторы, основываясь на своей оценке адекватного приема воды ребенком в течение дня, подтверждают величину 1,0 мл/ккал, рекомендованную ранее (21). Рекомендуемые объемы питьевой воды для детей от 4 до 6,9 и от 7 до 10,9 лет – 1495 г и 1834 г для мальчиков и 1318 и 1545 г для девочек соответственно.

В последние 15 лет прослеживается тенденция роста общего потребления воды у детей 2-13 лет независимо от пола ребенка. Это относят на счет потребления большего количества напитков и одновременно более низкого спроса на молоко, чай/кофе и безалкогольные напитки (22). Влияние на результаты могут оказывать некоторые местные особенности. Некоторые авторы в достаточной степени обеспокоены тем, что дети пьют много лимонада и мало-натуральной воды (23).

IV. Вклад питьевой воды в общее поступление минеральных веществ в младенчестве и раннем детстве

Потенциальная важность минеральных веществ в питании маленьких детей, особенно в материнском молоке, в последние десятилетия привлекает все больше внимания (2, 14, 15). В таблице 2 для сравнения приведены ПДК минеральных веществ в питьевой воде (Руководство по качеству питьевой воды ВОЗ), материнском молоке и молочных смесях для детей грудного и более старшего возраста (в соответствии с последними рекомендациями). Рекомендации по питанию для детей конкретных возрастов были собраны Оливаресом (24) из разных источников. Ввиду особых потребностей исследуемой возрастной группы и последних предположений о том, какой объем потребляемой воды следует считать адекватным для детей в младенческом возрасте, некоторые аспекты современных руководств и директив могут быть пересмотрены. При оценке адекватности или оптимизации питания младенцев и детей раннего возраста нужно в первую очередь рассматривать особенности жизни отдельной семьи. Это нужно для определения контаминантов, вымывающихся из труб распределительной системы или других источников.

Организации здравоохранения рекомендуют принимать во внимание тот факт, что и обессоленная вода (25) и детское питание (26) – продукты, прошедшие обработку в заводских условиях. От этих двух составляющих зависит в итоге, как ребенок будет обеспечен минеральными веществами.

Реминерализация обработанной воды должна проводиться таким образом, чтобы полученные на выходе концентрации минеральных веществ были приемлемы для восстановления сухих смесей. В то же время вода должна быть полезна и при употреблении ее в качестве питьевой. Тем не менее, оценка каждого из компонентов может различаться в зависимости от конкретной ситуации.

1. Марганец и молибден

Концентрации марганца и молибдена, рекомендованные Руководством по качеству питьевой воды (10, 27) значительно превышают концентрации в женском молоке и величины, рекомендованные в качестве рекомендуемой суточной дозы (28), таблица 2.

Марганец относится к эссенциальным элементам, он участвует в формировании костной ткани, синтезе аминокислот, холестерина, обмене углеводов; марганец входит в состав молекулы ферментов аргиназы, глутаминсинтетазы и марганец супероксиддисмутазы. Рекомендуемая доза адекватного потребления (или рекомендуемая доза) базируется на поступлении марганца в детский организм из материнского молока и составляет 0,003 мг/день в первые 6 месяцев жизни (предшествующие рекомендации: 0,3-0,6 мг (21)). Согласно этому, были рекомендованы более высокие концентрации: 0,6 мг/день для детей 7-12 месяцев и 1,2 мг/день для детей 1-3 лет (28). В течение последнего десятилетия требования других рекомендаций и директив также сильно изменились. В Германии для кормления детей с определенными медицинскими показаниями рекомендуют такое содержание марганца, чтобы обеспечить поступление в организм 0,5-2 мг марганца ежедневно. Это эквивалентно 0,66-2,67 мг/л (29), но в действующих требованиях установлен интервал 0,325-1,3 мг/л (30). Результаты исследования различных видов детского питания показали: содержание марганца в различных образцах составляет от 0,0 до 7,8 мг/л (3), при этом более высокие концентрации наблюдались в смесях, изготовленных на основе соевого белка и питания, предназначенном для детей по определенным показаниям. В образцах были найдены и значительно более низкие концентрации марганца (0,44 и 0,52 мг/л. (31)). Для молочных детских смесей рекомендованы величины в интервале 1-100 мкг/100 ккал (2), что эквивалентно 0,007-0,54 мг/л. Следовательно, независимо от изменений качественного состава воды или требований нормативных актов, роль питьевой воды в питании детей существенно возросла.

Таблица 2. Микроэлементы в материнском молоке и питьевой воде

Наименование микроэлемента (компонента)	Материнское молоко (Лоурэнс & Лоурэнс, 1999 (54))	Руководство по качеству питьевой воды (ВОЗ 1996 (27))	ЕС, Научный комитет продуктов питания
Кальций (мг/л)	280	нет рекомендаций	325-910 (Ca:P = 1:2)
Железо (мг/л)	0,40	0,3 ^б	1,95-8,45
Цинк (мг/л)	1,2	3,0 ^б	3,25-9,75
Медь (мг/л)	0,25	1,0 ^б ; 2,0 ^а (В)	0,228-0,65
Селен (мкг/л)	20	10 ^а	20-59
Фтор (мг/л)	0,016	1,5 (В)	не более 0,65
Магний (мг/л)	30	нет рекомендаций	33-98
Натрий (мг/л)	180	200 ^а	130-390
Сульфаты (мг/л)	140 (по сере)	250 ^а	нет рекомендаций
Хлориды (мг/л)	420 (по хлору)	250 ^а	325-1040
Марганец (мкг/л)	6	100 ^б ; 500 ^а (В)	6,5-650
Молибден (мкг/л)	2 мкг/день ^в	70 ^а	нет рекомендаций

Примечания: ^а – величина из руководства по качеству,

(В): временная величина;

^б – параметры, учитываемые в питьевой воде при наличии жалоб со стороны потребителей,

^в – Совет по продуктам питания, Вашингтон (28).

ВОЗ в Руководстве по качеству питьевой воды на основании эстетических критериев установила величину 0,5 мг/л. Если детское питание, содержащее 0,325 мг/л марганца, приготовлено на воде, содержащей марганец в количестве 500 мг/л (в Руководстве ВОЗ – верхняя граница допустимого потребления), то в итоге приготовленная смесь будет содержать марганца больше нормы, установленной Научным комитетом по Продуктам Питания. Эксперименты с животными (32, 33) показали, что метаболизм марганца у новорожденных – это вопрос, требующий отдельного изучения. Наблюдения показали существенное накопление марганца у детей, находящихся на специальной диете в результате метаболических нарушений, а также у недоношенных детей, которые получали стандартные минеральные пищевые добавки, загрязненные марганцем (34, 35). Рекомендации, касающиеся питьевой воды для восстановления сухих смесей, должны учитывать более низкие концентрации в материнском молоке и обеспечивать безопасное содержание марганца. В случаях, когда трудно избежать высоких концентраций магния в питьевой воде, нужно приобретать смеси с низким содержанием марганца.

Молибден является кофактором для многих ферментов: сульфитоксидазы, ксантиноксидазы и альдегидоксидазы (36). Рекомендуемая доза для детей 0-6 месяцев составляет около 2 мкг/день. За основу взято поступление молибдена из материнского молока (более ранние документы рекомендуют величину 15-30 мкг/день; (21)).

В отличие от марганца, рекомендуемая доза для детей 7-12 месяцев выводилась на основе вероятного поступления из молока как единственного источника (3 мкг/день), а не из предполагаемого приема с различными продуктами (28). У детей искусственного вскармливания поступление молибдена в организм будет гораздо выше, как и у тех, которые получают рекомендованный дополнительный прикорм (37). Неопределенность требований по содержанию молибдена проявляется в отсутствии четко определенного максимума поступления элемента в организм. Для взрослых людей это 0,01 мг/кг массы тела (38) или, по другим источникам 0,03 мг/кг массы тела (39). Обе величины основаны на результатах одного исследования (39), но оценка факторов неопределенности различна. Несмотря на обеспокоенность вопросом, способен ли организм ребенка справляться с высокими концентрациями молибдена, верхняя граница допустимого поступления молибдена для детей не установлена.

Утверждены только концентрации молибдена, допустимые в специальных диетических продуктах питания для младенцев (30). Детское питание, приготовленное в соответствии с этой директивой, может давать вклад в поступление молибдена >10 мкг/кг. К тому же, для питьевой воды в Руководстве установлена величина 70 мкг/л (10). Максимальное поступление молибдена с водой, используемой для разведения смесей, превысит 10 мкг/кг, если общее потребление воды – более 150 мл/кг. Такая ситуация характерна для недоношенных детей, недавно родившихся доношенных детей (рисунок 1) и при кормлении необогащенными смесями, содержащими > 100 мкг/л (40). Пороговую концентрацию безопасного длительного потребления молибдена для детей до года необходимо пересмотреть после продолжительных наблюдений в регионах с естественно высоким поступлением молибдена из питьевой воды. Это нужно сделать до того, как существующие руководящие документы ВОЗ по качеству питьевой воды будут распространены на другие типы воды, прошедшей обработку.

2. Медь

Как дефицит меди, так и ее избыток в организме приводит к ряду заболеваний: дефицит меди описан у недоношенных детей и проявляется в виде отеков, анемии, снижении числа лейкоцитов и нейтрофильных гранулоцитов крови и остеопороза (41). С другой стороны, определенное беспокойство вызывают повышенные концентрации меди: был описан случай возникновения Non-Indian Childhood Cirrhosis, что было связано с чрезвычайно высокими концентрациями меди в воде подземных источников, которая обладала низким pH и подавалась по медным трубам (42). При наблюдении за детьми, употреблявшими водопроводную воду, в которой концентрация меди превышала 0,8 мг/л, не было обнаружено опасности для здоровья, исходящей от медных труб (8). Эта информация подтверждает правильность установленной ВОЗ величины безопасного потребления меди (43).

Вымывание меди из труб и другие возможные проблемы в приготовлении детского питания вызывают беспокойство и освещаются в соответствующих рекомендательных документах (44).

Различия в качестве питьевой воды, поступающей из водопроводной сети и обработанной в заводских условиях, играют важную роль с точки зрения соответствия требованиям, установленным к воде для младенцев и детей раннего возраста. Проблема использования воды из подземных источников должна решаться как в развитых, так и в развивающихся странах, хотя соотношение централизованного водоснабжения и добычи воды из частных подземных источников может сильно различаться. В Германии в 1998 г. только 2,5 % питьевого водоснабжения обеспечивалось за счет подземных источников. При исследовании было обнаружено, что более 58 % людей (взрослое население) использовали чистую питьевую воду для личных нужд (45).

Рекомендации Совета по продуктам питания (28) по адекватному потреблению меди для детей первого года жизни выведены из потребления меди, содержащейся в материнском молоке и прикорме, и составляют 200 мкг/день для детей от 0 до 6 месяцев и 220 мкг/день – от 7 до 12 месяцев. Для детей от 1 до 3 лет – 340 мкг/день. Нормы содержания меди в обоих компонентах питания ребенка – сухих смесях и воде существенно снизились за последние несколько лет. Это обусловлено тем, что ранее национальные директивы рекомендовали поступление меди из пищевых продуктов в пределах 0,5-2 мг в день, что соответствует содержанию 0,67-2,7 мг/л детского питания (29). На сегодняшний день рекомендуется 0,13-0,78 мг/л меди в питании для детей раннего возраста (30), чуть более низкое содержание – в смесях для детей до 1 года (2). В то же время Руководство по качеству питьевой воды ВОЗ приводит величину 2 мг/л (27). Эта величина содержится в современных нормативных документах по питьевой воде. Более ранние издания приводят величину 3 мг/л (46, 47). Эти изменения привели к снижению верхней границы суточного потребления меди с > 4 мг/день до 2 мг/день при потреблении воды 750 мл/день.

3. Железо и цинк

Как правило, при установлении допустимых уровней содержания железа и цинка в Руководстве по качеству питьевой воды авторы руководствовались лишь тем, чтобы вода была эстетически пригодной, т.е. не вызывала жалоб со стороны потребителя (27). Создавая рекомендации по продуктам питания, отличным от материнского молока, необходимо учитывать биодоступность элементов (14). В отличие от марганца, молибдена и меди концентрации этих элементов в питьевой воде находятся в тех же пределах, что и в материнском молоке (железо) или молозиве и переходном молоке (цинк), таблица 2.

Совет по продуктам питания рекомендует для детей 0-6 месяцев поступление железа около 0,27 мг/день. Основной довод – высокая биодоступность железа, поступающего в организм с грудным молоком (28).

Тем не менее, для детей более старшего возраста необходимо больше железа (11 мг/день для 7-12 месяцев и 7 мг/день для 1-3 лет), чтобы покрывать растущие потребности организма, особенно увеличение объема циркулирующей крови. Американская Академия Педиатрии (48) настаивает на обогащении железом детского питания (4-12 мг/л), Научный Комитет по Продуктам Питания Европейской комиссии предлагает в качестве оптимального содержание железа 2-8 мг/л для детского питания на основе протеина коровьего молока и 6-15 мг/л – на основе соевого протеина. Концентрация железа 2 мг/л в питьевой воде не представляет опасности для здоровья, однако за общепринятую ПДК принято 0,3 мг/л, так как при высокой концентрации железа наблюдается потемнение внутренних частей стиральных машин и сантехнических принадлежностей и материалов (27). Следовательно, для детей, вскармливаемых детским питанием, обогащенным железом, вклад питьевой воды в поступление железа незначителен.

Оценивая вклад воды в поступление железа, нужно делать различия между детьми, которые питаются небогащенными продуктами домашнего приготовления и теми, которые получают дополнительный прикорм. В Бангладеш дети, которые пили воду, содержащую > 1 мг/л железа, были значительно выше своих ровесников, употреблявших воду, содержащую < 1 мг/л (49). Высокие концентрации железа обусловлены составом почвы и высокой концентрацией железа в ряде скважин. Тем не менее, элементы, присутствующие в почве вместе с железом могут также стимулировать рост. В докладе по Бразилии не сообщается об эффекте присутствия других микроэлементов, обычно сопутствующих железу и влиянии на рост. Отмечено снижение случаев заболеваемости анемией у детей дошкольного возраста, посещающих детские учреждения, а также у детей из небогатых семей (50, 51).

Содержание цинка в молозиве может достигать 10 мг/л, постепенно снижаясь до 1,2 мг/л в течении четырех месяцев (52). Несмотря на высокую биодоступность цинка материнского молока, потребности ребенка в этом элементе в возрасте 4-6 месяцев удовлетворить трудно (15). Биодоступность цинка зависит от того, в составе какого продукта он представлен; рекомендуемая доза колеблется от 1,1 до 6,6 мг/день для детей до 6 месяцев и от 2,5 до 6,4 в более старшем возрасте (14). Совет по продуктам питания рекомендует 2 и 3 мг соответственно, основываясь на содержании цинка в материнском молоке, как основном источнике микроэлементов. Рекомендации по детскому питанию для грудных детей и детей раннего возраста (2) в соответствие с Директивой ЕС по детскому питанию составляют 3,3-10 мг/л, для смесей на основе соевого протеина 4,9-15,6 мг/л. Верхний предел потребления цинка для детей 1-3 лет составляет 7 мг/день (53). Вода, содержащая наибольшее разрешенное Руководством ВОЗ количество цинка (3 мг/л, таблица 2) должна вносить существенный вклад в поступление цинка в раннем детстве.

4. Кальций и магний

Содержание кальция и магния в коровьем молоке значительно превышает таковое в женском (54). Необходимо учитывать этот факт при производстве детских смесей на основе коровьего молока и приводить содержание этих элементов в готовой продукции в соответствии с существующими нормативами. Рекомендуемая доза кальция принята 210 мг (для детей на искусственном вскармливании – 315 мг/день), 270 мг и 500 мг соответственно для детей 0-6, 7-12 месяцев и 1-3 лет. Рекомендуемая доза потребления магния установлена 30 мг (для детей на искусственном вскармливании – 35 мг) и 75 мг (0-6 и 7-12 месяцев), для детей 1-3 лет суточная рекомендуемая доза установлена на уровне 80 мг (11). Научный комитет по продуктам питания рекомендует 325-910 мг/л кальция и 33-88 мг/л магния (2). Отмечено, что всасывание микроэлементов из молочных смесей происходит в меньшей степени, чем из материнского молока. По этой причине в нормативных документах по детскому питанию установлены соответствующие требования: концентрации микроэлементов в смесях должны быть больше, чем в материнском молоке.

Высокие концентрации минеральных веществ в воде увеличивают жидкостную нагрузку на почки, особенно сильно это проявляется у маленьких детей. Комитет по проблемам питания Немецкого Общества Педиатров настаивает, что натуральные воды, которые маркируются как пригодные для детей до 1 года, кроме всего прочего должны содержать не более 20 мг/л натрия и не более 200 мг/л сульфатов (55). Комитет сделал вывод о том, что ограничение содержания сульфатов до 200 мг в воде в сочетании с содержанием натрия до 20 мг приводит к естественному ограничению содержания кальция и магния. В связи с этим отдельных ограничений по содержанию кальция и магния установлено не было. Тем не менее, в Швейцарии были установлены ПДК по кальцию и магнию: 200 и 40 мг/л соответственно (56). Анализы проб воды из централизованной системы водоснабжения Германии показали, что среднее содержание кальция в воде составляет 66,4 мг/л, магния - 11,8 мг/л соответственно (57). Потребители питьевой воды должны иметь ясное представление о концентрациях кальция и магния в питьевой воде, и ссылок на жесткость воды для этого недостаточно. Дети в конце периода грудного вскармливания, которые получают в основном детское питание на растительной основе и дети раннего возраста, употребляющие вегетарианскую пищу, могут получать значительное количество кальция и/или магния из питьевой воды.

5. Натрий

Дети, пожилые люди и люди с нарушенной выделительной функцией почек более чувствительны к переизбытку натрия, чем здоровые люди.

Совет по продуктам питания (28) установил рекомендуемую дозу 120 мг, отталкиваясь от количества, потребляемого детьми на грудном вскармливании. Проработав нормативные документы США, Европа приняла рекомендуемую дозу 20-60 мг/100 ккал (58), что эквивалентно 127-292,5 мг/день натрия. Количество минеральных солей, необходимые для внесения, были рассчитаны и вносятся производителями в детское питание в соответствие с действующими нормативными документами.

Актуальная информация о метаболизме натрия у детей грудного возраста, вскармливаемых современными молочными смесями, встречается редко. При ее интерпретировании нужно принимать во внимание следующее: при продолжительных исследованиях натриевого баланса у детей грудного возраста исследователи сравнивают детей, вскармливаемых готовыми молочными смесями (269 мг/л натрия) и детей, находящихся на грудном вскармливании (138 мг/л натрия) (4). Суточное накопление - на уровне 11,5 мг/кг и 9,2 мг/кг соответственно. Фактически в состав продуктов, называемых сухими детскими смесями, входит приблизительно 120 мг натрия/100 г порошка. В Германии среднее содержание натрия в питьевой воде составляет 12,4 мг/л (59), концентрация свыше 150 мг/л является редким исключением. Указания по качеству питьевой воды установили ПДК натрия 200 мг/л (47), аналогично Руководству по качеству ВОЗ. Приготовление детского питания в соответствии с современными рекомендациями в первые 6 месяцев жизни (12, 44) теоретически может привести к тому, что поступление натрия будет широко варьироваться:

- в пределах до 186 мг/л (смесь + бутилированная минеральная вода, предназначенная для приготовления детского питания, содержание натрия не более 20 мг/л);

- в пределах 366 мг/л (смесь + питьевая вода, содержание натрия до 200 мг/л);

- в пределах 310 или 490 мг/л, соответственно в зависимости от состава питьевой воды (вода такая, как указано выше в п.1 или п.2) и коровьего молока (580 мг/л, (54)), если родители убеждены в необходимости домашнего приготовления детских смесей и готовят их по Керстингу (12).

Эти примеры освещают потенциально возможную опасность для здоровья; питьевая вода с высоким содержанием натрия может значительно увеличить суммарное содержание натрия в готовой детской смеси. Детские смеси на основе коровьего молока с низким содержанием натрия могут быть недоступны или неправильно приготовлены в силу региональных или социальных особенностей. Рецепт приготовления смесей в домашних условиях описанный ВОЗ/ЮНИСЕФ/Объединенной программой ООН по ВИЧ/СПИД (13), предлагает разведение коровьего молока водой в соотношении 2:1 и добавление сахара.

Коровье молоко содержит больше натрия, чем женское; ожидаемый диапазон концентраций натрия – от 406 мг/л до 586 мг/л или больше (основано на рекомендациях по содержанию натрия до 20 мг/л в бутилированной питьевой воде для детей раннего возраста и 200 мг/л в обычной питьевой воде).

Другие минеральные вещества также могут увеличить нагрузку на почки; учитывая низкую способность грудных детей концентрировать мочу, для ее образования могут потребоваться большие количества воды. Это может быть опасным, особенно в условиях стресса для организма, например, инфекционного заболевания, сопровождающегося повышением температуры тела.

Там, где существуют проблемы с питьевой водой (например, чрезмерное содержание нитратов), в качестве альтернативы могут быть рассмотрены бутилированные минеральные воды. Производители детских смесей предпринимают попытки снизить содержание минеральных веществ в коровьем молоке при переработке, однако при добавлении минеральной воды они могут повыситься снова. При исследовании минеральных вод Европы было обнаружено значительные колебания содержания натрия (средняя концентрация 26,6 мг/л, диапазон 1,3-1723,0 мг/л, (60)). Вот почему для принятия решения о пригодности воды для приготовления детских смесей необходима прозрачность сведений. Педиатры считают, что для детей оптимальна вода с содержанием натрия до 20 мг/л (44, 55). Некоторые противоречия по этому поводу возникают, если учесть недавно упомянутую ПДК 200 мг/л, принятую для систем централизованного водоснабжения. Однако, для питьевого водоснабжения Германии эти данные вряд ли могут иметь практическое значение. В других регионах, где концентрация натрия часто превышает 180 мг/л (9, 61), оценка может существенно различаться и выбор нужно останавливать на обработанной воде, состав которой вписывается в заданные нормы.

Существует проблема повышенного артериального давления у детей, вскармливаемых смесями с высоким содержанием натрия (9). Связь между кормлением смесями в детстве и повышенным артериальным давлением может проявиться и в более старшем возрасте. Как правило, корнем возникновения проблемы считают различие концентраций натрия в смесях и материнском молоке (62). Для того, чтобы определить возможное воздействие натрия и других элементов (включая микроэлементы) питьевой воды на здоровье младенцев и детей, необходимы целенаправленные эпидемиологические исследования. Оптимально проводить эти исследования в регионах, где концентрации минералов в воде близки к верхним пределам рекомендованных значений и требуется оценка ввиду последующих выводов по использованию питьевой воды.

В детском возрасте роль жидкости в организме особенно важна; жидкость служит пищей, удовлетворяя энергетические потребности организма, но самая важная ее роль – насыщение водой.

Это чрезвычайно важно при диарее, когда организму необходимо больше жидкости, чем обычно, для восстановления водного баланса и рекомендованы регидрационные солевые растворы. Снижение заболеваемости было отмечено при снижении концентрации стандартного раствора с 90 до 75 ммоль/л (2070 мг/л – 1725 мг/л) (63).

В Европе рекомендуют употреблять растворы с концентрацией 60 ммоль/л (1380 мг/л) из-за возможной гипернатриемии и осмотически обусловленной активной работы кишечника, особенно у младенцев и детей раннего возраста (64).

Другие связанные с натрием риски для здоровья могут возникнуть при неправильном кормлении. Приступы гипонатриемии, как следствие водной интоксикации могут возникнуть при сильном разведении детских смесей на основе коровьего молока бутилированной питьевой водой в качестве недорогой «добавки» (65). Маркировка «продукт произведен специально для детей и содержит питательные вещества, рекомендуется как дополнительный прикорм» может быть неверно истолкована. Неправильное разведение детских смесей может привести к недостаточному поступлению питательных веществ в организм ребенка. Непонимание, неопытность или бедность родителей могут приводить к использованию питьевой бутилированной воды в качестве доступного и подходящего прикорма. Это подчеркивает, как важна правильная маркировка пищевых продуктов и разъяснения по кормлению для родителей или опекунов.

5. Выводы

Рекомендации организаций здравоохранения по детскому питанию должны полностью учитывать все стадии приготовления продукции, на которых возможно поступление и изменение концентраций питательных веществ в готовых продуктах. Это касается как выбора основных ингредиентов для приготовления детских смесей на предприятиях и в домашних условиях, так и обеспечения потребителей грамотными инструкциями по разведению смеси и кормлению ребенка. Предприятия по производству питьевой воды должны придерживаться существующих руководств и законодательства в данной области, однако водопроводная вода часто может отличаться от произведенной профильными предприятиями и прошедшей дополнительную обработку в домашней системе очистки. Информация о качестве питьевой воды, ее пригодности для детей, должна быть прозрачна для потребителя, чтобы он мог сделать осознанный выбор. В зависимости от места проживания и социального статуса, потребители должны выбирать тип воды (водопроводная, минеральная, бутилированная) или мириться со сложившейся ситуацией. Социальное неравенство и недостаток информации может привести к неправильному кормлению детей, что вызывает неадекватное поступление минеральных веществ в организм.

Для того, чтобы Руководство по качеству питьевой воды стало действительно эффективным руководящим документом, необходимо рассматривать специфические потребности детей и младенцев в микроэлементах. Очень важно учитывать общие рекомендации по питанию детей грудного возраста, разработанные на соответствующем уровне.

Например:

- глобальная стратегия ВОЗ по питанию младенцев и детей раннего возраста и специальные рекомендации по микроэлементам и поступлению минеральных веществ для грудных детей;
- стандарты Кодекс Алиментариус по детскому питанию;
- рекомендованные ВОЗ/ЮНИСЕФ/Объединенной программой ООН по ВИЧ/СПИД (и другие) рецептуры приготовления питания, заменяющего молоко в домашних условиях для детей ВИЧ-инфицированных матерей;
- Руководство по качеству питьевой воды.

Для эпидемиологической оценки потребления микроэлементов детьми грудного возраста очень важна возможность выбора населением источника питьевой воды, а также исследования этой воды. Независимые исследования, проводимые в обществе при планируемой смене источника питьевой воды или способа ее обработки, могут облегчить оценку значимости различных минералов для организма человека в младенческом возрасте и раннем детстве. Изначально содержащиеся в питьевой воде концентрации микроэлементов, близкие к ПДК, указанным в Руководстве по качеству ВОЗ могут подтвердить мнение о безопасности данных минеральных веществ (например, молибден). На данном этапе организациям здравоохранения необходима дальнейшая научная работа по вопросу оптимального минерального состава питьевой воды для детей раннего возраста. Итогом станут разработки рекомендаций, выводы о заболеваемости детей, и экономические прогнозы на государственном и местном уровнях.

Ссылки

1. ВОЗ, Всемирная Организация Здравоохранения и Детский Фонд ООН (ЮНИСЕФ). Глобальная стратегия по питанию младенцев и детей раннего возраста. Женева: Всемирная Организация Здравоохранения, 2003.
2. Научный комитет по продуктам питания. Отчет Научного комитета по продуктам питания по пересмотру принципиальных требований к смесям для грудных детей и детей более старшего возраста SCF/CS/NUT/IF/65, 2003.
3. Б. Леннердаль, Си.Л. Кин, М. Оутэйк, Т. Тамура. Железо, цинк, медь и марганец в детском питании. Американский журнал детских болезней 1983; 137: 433-437.

4. Дж. Шульц-Лелль, К. Дёрнер, Х.-Д. Олдигс и др. Метаболизм натрия и калия в младенческом возрасте. *Monatsschr Kinderheilkd* 1992; 50: 117-121.
5. М.А. Дийкуйзен, Ф.Т. Веринга, Си.Е. Вэст и др. Влияние обогащения железом и цинком на микроэлементный статус и рост детей младенческого возраста в Индонезии. *Журнал вопросов питания* 2001; 131: 2860-2865.
6. Т. Линд, Б. Леннердаль, Х. Стенлунд и др. Смешанное исследование дополнительного обогащения цинком и железом питания новорожденных в Индонезии: взаимодействие железа и цинка. *Американский журнал клинической нутрициологии* 2003; 77: 883-890.
7. М.Е. Пенни, Р. Марин, А.Дьюран и др. Смешанное исследование дополнительного обогащения цинком и железом дневного рациона новорожденных; связь с заболеваемостью, ростом и микроэлементным статусом детей раннего возраста в Перу. *Американский журнал клинической нутрициологии* 2004; 79: 457-465.
8. Б.П. Зиец, Х.Х. Дитер, М. Лэкомд и др. Эпидемиологические исследования хронической интоксикации медью у детей посредством питьевой воды из централизованной системы водоснабжения. *Журнал наук об окружающей среде* 2003; 302: 127-144.
9. А. Померанц, Т. Долфин, З. Корзец и др. Повышенные концентрации натрия в питьевой воде – причина высокого артериального давления у новорожденных. *Журнал Гипертония* 2002; 20: 203-207.
10. ВОЗ. Руководство по качеству питьевой воды. Рекомендации, 2-е издание. Женева: ВОЗ, 1993.
11. Совет по продуктам питания, Медицинский институт. Справочные данные по потреблению воды, калия, натрия, хлоридов и сульфатов. Вашингтон, Д.С. Национальное Академическое Издательство, 2003.
12. М. Керстинг. Вскармливание здоровых детей: рекомендации по особенностям питания *Monatsschr Kinderheilkd* 2001; 149: 4-10.
13. ВОЗ, Объединенная программа ООН по ВИЧ/СПИД, Детский Фонд ООН (ЮНИСЕФ). ВИЧ и кормление детей, консультации: обучающий курс. Женева: Всемирная Организация Здравоохранения, 2000.
14. ФАО, Организация по продуктам питания и сельскому хозяйству и ВОЗ, Всемирная Организация Здравоохранения. Потребности человека в витаминах и минералах. Доклад Объединенного экспертного совета ФАО/ВОЗ, Бангкок, Таиланд. Рим, ФАО/ВОЗ, 2001.

15. Н.Ф. Бутт, М.Г. Лопез-Аларкон, Си. Гарца. Питательная полноценность полного грудного вскармливания у детей первого полугодия жизни. Женева: Всемирная Организация Здравоохранения, 2002.
16. Уай. Хофвандер, У. Хэгмэн, Си. Хиллервик, С. Сьолин. Количество молока, потребляемого детьми 1-3 месячного возраста при кормлении грудью и из бутылочки. *Acta Paediatr Scand* 1982; 71: 953-958.
17. Э. Сиверс, У. Шлеербах, Д. Гарб-Шенберг и др. Потребление цинка и концентрация в плазме крови у детей грудного возраста. *Adv Exp Med Biol* 2000; 478: 383-4.
18. Э. Сиверс, У. Шлеербах, Т. Арпэ и др. Обеспечение молибденом недоношенных детей с низким весом на протяжении первых месяцев жизни. *Биологические исследования микроэлементов* 2001; 80: 97-106.
19. Э. Хильбиг, М. Керстинг, В. Сичерт-Хеллерт. Ограничение потребления водопроводной воды младенцами и детьми раннего возраста в Германии, основополагающая информация для оценки возможного риска для здоровья: данные исследования DONALD. *Food Addit Contam* 2002; 141: 587-592.
20. Ф. Манц, Э. Вентц, В. Сичерт-Хеллерт. Важнейший нутриент: определение рекомендуемого потребления воды. *Журнал Педиатрия* 2002; 19: 829-836.
21. Совет по продуктам питания, Комиссия по медико-биологическим наукам, Исследовательское Национальное собрание.
22. В. Сичерт-Хеллерт, М. Керстинг, Ф. Манц. Исследование потребления воды детьми и взрослыми в Германии за последние 15 лет: результаты исследования DONALD. *Acta Paediatr* 2001; 906 732-737.
23. Л.П.М. Петтер, Дж.О. Хурихэйн, Си. Джей. Роллс. Вода уже непопулярна? Исследование тенденций выбора напитков детьми 2-7 лет. *Arch Dis Child* 1995; 72: 137-140.
24. М. Оливарес. Комплексный обзор: важнейшие микроэлементы в питьевой воде. В настоящий момент документ находится в печати.
25. Дж. Контруво. Разработка Руководства по деминерализованной питьевой воде: основы. В данной книге.

26. М. Томита. Новые технологии и их применение в молочной промышленности. Журнал по животноводству Азии и Австралии, животноводческая продукция для потребителя 2000; 13 (приложение): 376-382.
27. ВОЗ. Руководство по качеству питьевой воды. Гигиенические критерии и другая сопутствующая информация. Женева: ВОЗ, 1996.
28. Совет по продуктам питания, Медицинский институт. Справочная информация по потреблению: витамин А, витамин К, мышьяк, бор, хром, медь, иод, железо, марганец, молибден, никель, кремний, ванадий и цинк. Вашингтон, Д.С. Национальное Академическое Издательство, 2001.
29. Совет министров по делам молодежи, брака, материнства и здоровья. Указ об изменении пищевой ценности.... Bundesgesetzblatt, 1988; Teil 1: 677-693
30. ЕС, Европейская комиссия. Директива 1999/21/ЕС по диетическим продуктам питания, употребляемым по медицинским показаниям. Официальный журнал Европейского сообщества 1999; L 91: 29-36.
31. М. Крахлер, Е.Россипаль, К. Дж. Ирголик. Микроэлементы в детских смесях, изготовленных на основе коровьего и соевого молока и в коровьем молоке (Австрия) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Биологические исследования микроэлементов 1998; 54: 53-73.
32. Си. Л. Кин, Джей. Дж. Бэлл, Б. Леннердаль. Влияние возраста на потребление и накопление марганца из молока и детских смесей у крыс. Журнал Нутрициология 1986; 116: 395-402.
33. Т.Т. Тран, В. Хованадисай, Б. Леннердаль и др. Влияние концентраций марганца в питании новорожденных на уровень допамина мозга и нейрокогнитивные функции. Нейротоксикология 2002; 145: 1-7.
34. Э. Сиверс, Х.-Д. Олдингс, К.Дёрнер и др. Избыток микроэлементов в РКУ диетах? Inher Metab Dis 1990; 13: 897-905.
35. Э. Сиверс, М. Коллман, Х.-Д. Олдингс и др. Равновесие марганца в организме недоношенных грудных детей. Опубликовано: Б. Момсилович, Микроэлементы в организме человека и животных 7; 7-й международный конгресс по микроэлементам в организме человека и животных (ТЕМА 7) Дубровник (Ю) 1990, Нова Градишка, ГТП Гембаровски, 1990: 11-14-11-16.

36. Джей.Р. Турнлунд. Молибден в организме человека: метаболизм и потребности. Опубликовано в: А. Сигель и др., Ионы металлов в биологических системах, Нью-Йорк, Базель: Марсель Деккер, Инк. 2002; 39: 727-739.
37. М. Анке, Э. Лёц, М. Глей и др. Содержание молибдена в продуктах питания и напитках Германии. Опубликовано в: М. Анке, изд. Mengen- und Spurenelemente, 13. Arbeitstanung. MTV Hammerschmidt GmbH, Герсдорф, 1993: 537-553.
38. Европейская комиссия – мнение научного комитета по продуктам питания о предельной допустимом поступлении молибдена. ACF/CS/NUT/UPPLEV/22, 2000.
39. Т.В. Фунгве, Ф. Баддингх, Д.С. Демик и др. Влияние молибдена в продуктах питания на активность размножения, фертильность, репродуктивную способность и активность медьсодержащих ферментов у самок крыс. Исследования нутрициологии 1990; 10: 515-524.
40. Э. Сиверс. Требования к смесям для недоношенных грудных детей по содержанию молибдена. Журнал Нутрициология 2003; 133: 236-237.
41. Э.М. Саттон, Э. Харви, Ф. Кокборн и др. Дефицит меди у недоношенных детей с недостаточной массой тела. Arch Dis Child 1985; 60: 644-651.
42. Х.Х. Диетер, Э. Шиммельпфеннинг, Э. Мейер, М. Таберт. Цирроз печени в раннем детском возрасте в Германии с 1982 по 1994 с этиологией медной интоксикации. Европейский журнал медицинских исследований, 1999; 4: 233-242.
43. М.Оливарес, Ф.С.Х. Пиззаро, Б. Лённердаль, Р. Уай. Медь в питании грудных детей: безопасность содержания в питьевой воде в концентрации, признанной ВОЗ временной нормой. Журнал детской гастроэнтерологии и вопросов питания 1998; 26: 251-257.
44. Комитет питания, Немецкое Общество Педиатров. Советы (указания) по приготовлению питания при кормлении грудью. Monatsschr Kinderheilkd 2004; 1526 318-320.
45. К. Беккер, С. Каус, Д. Хелм и др. Umwelt-Survey 1998, Band IV. Питьевая вода, содержание элементов в отстоявшихся пробах питьевой воды населения в Германии. Берлин: Fa.Werbung und Vertrieb, 2001.
46. Совет министров по делам молодежи, брака, материнства и здоровья. Предписание по изменению требований к питьевой воде в части содержания минералов. Bundesgesetzblatt 1990; I: 2600-2629.

47. Министр здравоохранения и министр по защите потребителей сельскохозяйственной продукции. Свод рекомендаций по питьевой воде 21. Май 2001. *Bundesgesetzblatt* 2001; 24: 959-981.
48. ААР, Американская академия педиатрии, комитет питания. Обогащение железом детских смесей. *Педиатрия* 1999; 104: 119-23.
49. Э. Брэнд, Б.Э. Хок, К.М.Э. Азиз. Железо в tubewell воде: связь концентрации железа в воде и роста детей в сельских районах Бангладеш. *Arch Dis Child* 1990; 65, 224-237.
50. Джей. Е. Дутра-де-Оливера, Джей. Б. Феррейра, В.П. Васконселос, Джей.С. Марчини. Питьевая вода как источник железа: возможность контроля заболеваемости анемией детей дошкольного возраста, посещающих дошкольные учреждения. *Американский журнал общественного питания* 1994; 13: 1386 198-202.
51. Джей. Е. Дутра-де-Оливера и С.Э. Ногейра де Алмейда. Домашняя питьевая вода – эффективное средство предотвращения анемии среди малообеспеченных семей в Бразилии. *Бюллетень по питанию и нутрициологии* 2002; 23: 213-216.
52. Джей. Дж. Дориа. Цинк в женском молоке. *Исследования нутрициологии* 2000; 20: 1645-1687.
53. Научный комитет по продуктам питания. Мнение научного комитета по продуктам питания о предельно допустимом поступлении цинка. *ACF/CS/NUT/UPPLEV/62*, 2003.
54. Р.Э Лоуренс, Р.М. Лоуренс: грудное вскармливание. Руководство для медицинских работников. Сент-Луис, Миссури: Mosby Inc., 1999.
55. Комитет питания, Немецкое Общество Педиатров. Употребление минеральной воды при грудном вскармливании. *Sozialpädiat* 1991; 13: 722-728.
56. Комитет питания, Шведское Общество Педиатров. Производство минеральной воды для кормящих грудью. *SÄZ* 1990; 71: 487-489.
57. Х.Ф. Шиматшек. Месторождения и значение кальция и магния. Опубликовано в: А. Грохманн. У. Хёссельбарт, В. Швертфегер, Указания по питьевой воде, 4-е издание, Берлин, *Erich Schmidt Verlag* 2003: 511-515.

58. ЕЕС, Европейская комиссия. Директива 91/321/ЕЕС по смесям для грудных детей и детей более старшего возраста. Официальный журнал Европейского Сообщества, 1991: 35-49.

59. Р. Вольтер. Erhebung BIBIDAT 1989, приведено в: Большое ущелье R, месторождение, значение и определение натрия и хлоридов. Опубликовано в: А. Грохманн. У. Хёссельбарт, В. Швертфегер, Указания по питьевой воде, 4-е издание. Берлин, Erich Schmidt Verlag 2003: 547-555.

60. Э. Мисунд, Б. Френгстад, У. Сиверс, Си. Рейман (1999). Различия в содержании 66 химических элементов в бутилированных минеральных водах Европы. Журнал наук об окружающей среде 1999; 243/244: 21-41.

61. И.Э Алм, М. Садик. Загрязнение металлами распределительной системы водоснабжения по причине коррозии труб. Загрязнение окружающей среды 1989; 57: 267-178.

62. Р.М. Мартин, Э. Маккартни, Дж. Д. Смит и др. Питание детей раннего возраста и артериальное давление в периоде взросления: исследование роста Б. Кэрфилли. Американский журнал клинической нутрициологии 2003; 77: 1489-1497.

63. ВОЗ и Детский Фонд ООН (ЮНИСЕФ). Доклад со встречи экспертов по теме: снижение формированияWHO/FCH/САН/01, 2001.

64. Европейское общество детской гастроэнтерологии и питания. Рекомендации по составу регидрационных растворов для детей в Европе. Журнал детской гастроэнтерологии и вопросов питания 1992; 14: 113-115.

65. Центр контроля и профилактики заболеваний: приступы гипонатриемии у грудных детей, вскармливаемых бутилированной питьевой водой заводского изготовления – Висконсин, 1993. MMWR 1994; 43: 641-643.

14. Фтор

Майкл А. Леннон

**Школа клинической стоматологии
Университета Шэффилда, Объединенное Королевство**

**Хелен Уэлтон
Дэннис О'Муллан**

**Исследовательский центр проблем полости рта
Колледж Университета, Корк, Республика Ирландия**

**Жан Экстранд
Каролинский Институт
Стокгольм, Швеция**

I. Введение

Фтор оказывает как позитивное так и негативное влияние на здоровье человека. С точки зрения здоровья полости рта, частота стоматологических заболеваний обратно пропорциональна концентрации фтора в питьевой воде; существует также связь между концентрацией фтора в воде и флюорозом (1). С точки зрения здоровья вообще в регионах, где концентрации фтора высоки и в воде и в пищевых продуктах, случаи скелетного флюороза и переломы костей – распространенное явление. Тем не менее, есть и другие источники фтора. Обессоливание и обработка воды с помощью мембран и анионообменных смол удаляют из воды практически весь фтор. Использование такой воды в питьевых целях, значение для здоровья общества сильно зависит от конкретных обстоятельств. Основная задача – усилить положительный эффект присутствия фтора в питьевой воде (защита от кариеса), при этом снизив до минимума нежелательные проблемы полости рта и здоровья в целом.

Этиология заболеваний полости рта включает взаимодействие бактерий и простых сахаров (например, сахароза) на поверхности зуба. В отсутствии таких сахаров в продуктах питания и напитках кариес перестанет быть значимой проблемой. Однако проблема будет существовать при высоком потреблении сахара до тех пор, пока не будет сделан верный ход в ее решении. Удаление фтора из питьевой воды может потенциально обострить существующую или развивающуюся проблему заболеваний полости рта.

II. Поступление фтора в организм человека

Фтор достаточно широко распространен в литосфере; часто встречается в виде плавикового шпата, фторапатита и криолита и занимает 13-е место по распространенности на земном шаре. Фтор присутствует в морской воде в концентрации 1,2-1,4 мг/л, в грунтовых водах – до 67 мг/л и в поверхностных водах – 0,1 мг/л (2). Также фтор обнаружен в продуктах питания, в частности, в рыбе и чае (3).

В то время, как большинство пищевых продуктов содержит следы фтора, вода и немолочные напитки являются основными источниками поглощаемого фтора, обеспечивая от 66 до 80 % поступления у взрослых жителей США в зависимости от содержания фтора в питьевой воде.

Дополнительными источниками фтора являются зубная паста (особенно это касается маленьких детей, которые заглатывают большую часть пасты), чай – в тех регионах, где чаепитие является устоявшейся традицией, уголь (при вдыхании) в некоторых регионах Китая, где дома топят углем с очень высоким содержанием фтора. Абсорбция заглатываемого фтора происходит в желудке и тонком кишечнике (3).

По большей части фтор, изначально содержащийся в воде или добавленный, содержится там в виде свободного фторид-иона (3). Жесткость воды 0-500 мг/л (в пересчете на CaCO_3) влияет на ионную диссоциацию, что в свою очередь незначительно изменяет биодоступность фтора (4). Абсорбция обычной дозы фтора меняется от 100 % (на пустой желудок) до 60 % (завтрак, богатый кальцием).

III. Влияние фтора, поступающего с продуктами питания и напитками на состояние полости рта

Влияние фтора, естественно присутствующего в питьевой воде, на состояние полости рта рассматривалось в 30-40-е годы Трендли Дином и его коллегами из службы Общественного здоровья США. Был проведен ряд исследований на всей территории США; исследования показали, что при росте содержания естественного фтора в воде повышалась вероятность заболеваний флюорозом и понижалась – кариесом (5). Кроме того, на основе полученных Дином результатов можно было предположить, что при концентрации 1 мг/л частота, серьезность и косметический эффект флюороза не являются социально значимой проблемой, а сопротивляемость кариесу возрастает существенно.

При анализе этих фактов возникает закономерный вопрос: позволит ли искусственное фторирование питьевой воды повторить эффект? Первое исследование на эту тему проводилось в Гранд Рапидс под руководством USPHS в 1945 г. Результаты, полученные за 6 лет фторирования воды, были опубликованы в 1953 г. Дополнительные исследования были проведены в 1945-46 гг. в Иллинойсе (США) и Онтарио (Канада).

Также этой проблемой занимались ученые в Нидерландах (1953), Новой Зеландии (1954), Объединенном Королевстве (1955-1956) и Восточной Германии (1959). Результаты оказались сходными: было отмечено снижение числа случаев заболеваний кариесом (5). После опубликования результатов фторирование воды стало распространенной мерой укрепления здоровья на общественном уровне. Сведения о некоторых странах, вовлеченных в проект и численности их населения, употребляющего искусственно обогащенную фтором воду, приведены в таблице 1. Оптимальная концентрация фтора, в зависимости от климатических условий, составляет 0,5-1,0 мг/л. Приблизительно 355 млн. человек во всем мире пьют искусственно фторированную воду. Дополнительно около 50 млн. человек употребляют воду, содержащую натуральный фтор в концентрации около 1 мг/л. В таблице 2 перечислены страны, где население численностью 1 млн. человек или более употребляет воду, богатую естественным фтором (содержание 1 мг/л). В некоторых странах, в частности в отдельных районах Индии, Африки и Китая вода может содержать естественный фтор в довольно высоких концентрациях, выше 1,5 мг/л, нормы, установленной Руководством по качеству питьевой воды ВОЗ.

Многие страны, которые ввели искусственное обогащение воды фтором, продолжают следить за частотой возникновения кариеса и флюорозов, используя поперечную случайную выборку детей от 5 до 15 лет. Замечательным примером мониторинга может служить недавно опубликованный отчет о состоянии полости рта у детей в Ирландии (в основном фторированная вода) и севера Ирландии (нефторированная) (7). (см. таблицу 3).

IV. Употребляемый фтор и здоровье

Влияние поглощаемого фтора на здоровье рассматривалось Мултоном в 1942 г., что предшествовало исследованию, проведенному Гранд Рапидс; с тех пор проблемой постоянно занимается ряд организаций и отдельных ученых. Позднее IPCS (3) провела детальный обзор по фтору и его влиянию на здоровье. Исследования и обзоры были сконцентрированы на переломах костей, флюорозах скелета, онкологических заболеваниях и отклонениях у новорожденных, однако затрагивали и другие отклонения, возможно вызванные или усугубленные фторированием (1, 9, 10, 11, 12, 13, 14). Никаких подтверждений и неблагоприятных эффектов при употреблении воды, содержащей естественный или добавленный фтор в концентрациях 0,5 – 1 мг/л обнаружено не было, кроме случаев флюорозов полости рта, описанных выше. Кроме того, исследования в тех районах США, где содержание естественного фтора достигает 8 мг/л, не показали каких-либо неблагоприятных последствий употребления такой воды.

При этом есть данные из Индии и Китая, где повышенный риск переломов костей является результатом долгосрочного употребления большого количества фтора (суммарное поступление 14 мг/день) и предположение, что риск переломов возникает уже при поступлении свыше 6 мг/день (3).

Институт медицины Национальной Академии наук США (15) дает рекомендуемую суммарную дозу употребления фтора (из всех источников) 0,05 мг/кг массы тела человека, аргументируя это тем, что прием такого количества фтора максимально снижает риск заболеваний кариесом у населения, при этом не провоцируя побочных отрицательных эффектов (например, флюороз). Агентство по защите окружающей среды США (EPA) максимально допустимой концентрацией (не вызывающей скелетных флюорозов) считает 4 мг/л, а величину 2 мг/л - не вызывающей флюорозов полости рта. Руководство по качеству питьевой воды ВОЗ рекомендует 1,5 мг/л (16). ВОЗ подчеркивает, что при разработке национальных стандартов нужно учитывать климатические условия, объем потребления, поступление фтора из других источников (вода, воздух). ВОЗ (16) отмечает, что в регионах с естественно высоким содержанием фтора трудно достигнуть соответствия потребляемого населением количества рекомендуемой величине

Фтор не является элементом, связанным в костных тканях необратимо. В период роста скелета относительно большая часть фтора, поступающего в организм, накапливается в костной ткани. «Баланс» фтора в организме, т.е. разница между поступающим и выделяющимся количеством может быть положительным или отрицательным. При поступлении фтора из материнского и коровьего молока содержание его в биологических жидкостях очень низкое (0,005 мг/л), а выделение с мочой превышает поступление в организм, при этом наблюдается отрицательный баланс. Фтор попадает в организм грудных детей в очень малых количествах, поэтому из костной ткани он выделяется во внеклеточные жидкости и покидает организм с мочой, что приводит к отрицательному балансу. Ситуация со взрослым населением противоположна – около 50 % фтора, поступающего в организм, депонируется в костной ткани, оставшееся количество покидает организм через систему выделения. Так, фтор может выделяться из костной ткани медленно, но на протяжении длительного периода. Такое соотношение возможно благодаря тому, что кость не является застывшей структурой, а формируется постоянно из питательных веществ, поступающих в организм (17,18).

V. Значение обессоливания

Обессоливание удаляет фактически весь фтор из морской воды, поэтому если воду на выходе не подвергнуть реминерализации, она будет содержать явно недостаточное количество фтора и других минералов.

Многие натуральные питьевые воды изначально бедны минеральными веществами, в том числе фтором. Значение этого факта для здоровья общества определяется балансом пользы и риска.

При сравнении жителей разных континентов и внутри континента видна существенная разница заболеваемости. ВОЗ рекомендовала ввести индекс DMFT, который определяется у детей 12-летнего возраста (сюда включено количество пораженных, отсутствующих и залеченных зубов) в качестве наиболее подходящего индикатора; в базе данных ВОЗ по состоянию полости рта имеется расширенная информация (19). Этиология кариеса включает фактор взаимодействия бактерий и простых сахаров (например, сахарозы), поступающих с продуктами питания. При отсутствии сахара в напитках и продуктах питания эта проблема стала бы незначительной. При данных обстоятельствах задачей здравоохранения является предотвращение вредного воздействия избыточных концентраций фтора в воде.

Тем не менее, когда риск заболеваний кариесом высок, эффект удаления фтора из централизованной системы питьевого водоснабжения будет комплексным. В Скандинавских странах, где гигиена полости рта находится на высоком уровне и широко используются альтернативные источники фтора (например, зубная паста), практика безвозвратного удаления фтора из питьевой воды может не иметь особых последствий. С другой стороны, в некоторых развивающихся странах, где гигиена полости рта находится на достаточно низком уровне, фторирование воды в количестве 0,5-1 мг/л остается важной задачей общественного значения. Есть также страны, где наблюдается смешанная ситуация. В частности, на юге Англии заболеваемость находится под контролем и без искусственного фторирования воды; в других регионах, на северо-западе Англии, уровень заболеваемости выше и фторирование воды является важной мерой.

VI. Выводы

Значение использования деминерализованной воды, небогатой фтором, впоследствии фтором, зависит от:

- концентрации фтора в питьевой воде конкретного источника;
- климатических условий и объема потребляемой воды;
- риска заболеваний кариесом (например, употребление сахара);
- уровня знаний о проблемах полости рта в обществе и доступности альтернативных источников фтора для населения конкретного региона.

Тем не менее, необходимо решить вопрос общего поступления из других источников и установления разумной нижней границы употребления фтора для предотвращения его потери костной тканью.

Ссылки

1. М. МакДонах, П. Уайтинг, М. Брэдли, А.Саттон, И. Честнут, К. Миссо, П. Уилсон, Е. Трэжер, Дж. Клейнен. Систематический обзор фторирования воды в централизованных системах водоснабжения. Йорк: Университет Йорка, Центр обзора и распространения информации, 2000.
2. Ф.А. Смит, Дж. Экстранд. Происхождение и химия фтора. Опубликовано в: О. Фейрсков, Дж. Экстранд, Б.А. Бурт и др. Фтор в стоматологии, 2-е издание. Копенгаген: Munksgaard, 1996: 20-21.
3. IPCS. Экологические критерии здоровья: фтор. Женева: ВОЗ, 2002.
4. П. Джексон, П. Харви, В. Янг. Химия и биодоступность фтора в питьевой воде. Марлоу, Букингемшир: WRc-NSF, 2002.
5. Дж.Дж. Мюррей, А.Дж. Рагг-Ган, Дж.Н. Дженкинс. Фтор в профилактике кариеса. 3-е издание, Оксфорд: Райт, 1991: 7-37.
6. Экспертный комитет ВОЗ по здоровью и использованию фтора. Фтор и здоровье полости рта. Серия технических отчетов ВОЗ № 846. Женева: ВОЗ, 1994.
7. Х. Вэлтон, Е. Кроули, Д. О'Муллан, М. Кронин, В. Келлехер. Здоровье полости рта у детей в Ирландии: предварительные результаты. Дублин: Ирландский Государственный Департамент здоровья детей, 2003.
<http://www.dohc.ie/publications/pdf/coral.pdf?direct=1>
8. Ф. Мултон. Фтор и здоровье полости рта. Вашингтон ДС: Американская Ассоциация научных достижений, 1942.
9. Л. Демос, Х. Казда, Ф. Циккутини, М. Синклер, С. Фэйрили. Фторирование воды, остеопороз, переломы – последние открытия. Австрийский стоматологический журнал 2001; 46: 80-87.
10. под ред. Ф. Фоттрелла. Ирландский форум по фторированию. Дублин, 2002.
11. Е.Г. Кнокс. Фторирование воды и рак: обзор эпидемиологического подтверждения. Лондон: HMSO, 1985.
12. Медицинский исследовательский совет. Отчет рабочей группы: фторирование воды и здоровье. Лондон, MRC, 2002.

13. Комитет токсикологии Национального исследовательского совета Национальной Академии Наук. Вашингтон ДС: национальное академическое издательство, 1993.
14. Королевский медицинский колледж. Фтор и здоровье зубов. Лондон: Pitman Medical, 1976.
15. Институт медицины. Справочные данные поступления кальция, фосфора, магния, витамина D и фтора в организм. Вашингтон ДС: национальное академическое издательство, 1997.
16. ВОЗ, Руководство по качеству питьевой воды. Том 1, Рекомендации. 2-е издание. Женева: ВОЗ, 1993.
17. Дж. Экстранд. Метаболизм фтора. Опубликовано в: О. Фейрсков, Дж. Экстранд, Б.А. Бурт и др. Фтор в стоматологии, 2-е издание. Копенгаген, Munksgaard, 1996: 55-68.
18. Дж. Экстранд, Е.Е. Зиглер, С.Е. Нельсон, С.Дж. Фомон. Абсорбция и накопление фтора из питания и дополнительного прикорма организмом грудного ребенка. Достижения стоматологических исследований 1994; 8: 175-180.
19. База данных ВОЗ по здоровью полости рта. В Интернете: <http://www.whocollab.od.mah.se/countriesalphab.html>

Таблица 1. Страны, в которых применяется фторирование воды с населением 1 млн. и выше

Страна	Население (млн.)	Скорректированный фтор	Защищенное население (%)
		Защищенное население (млн.)	
Аргентина	35,9	3,1	9,0
Австралия	19,3	11,7	60,6
Бразилия	172,5	65,6	38,0
Канада	31,0	13,3	42,9
Чили	15,4	5,4	35,1
Колумбия	42,8	29,4	68,7
Гватемала	11,7	1,8	15,4
Гонконг	6,7	6,7	100,0
Ирландия	3,8	2,3	60,5
Израиль	6,4	4,3	67,2
Корея	46,1	5,4	11,7
Малайзия	22,6	15,8	69,9
Новая Зеландия	3,8	2,3	60,5
Филиппины	77,1	5,0	6,5
Сингапур	4,1	4,1	100,0
Испания	39,9	4,0	10,0
Объединенное Королевство	59,5	5,4	9,1
США	281,4	171,0	60,8
Вьетнам	79,7	4,4	5,5

Таблица 2. Страны с содержанием натурального фтора в воде около 1 мг/л и населением 1 млн. и выше

Страна	Население (млн.)	Натуральный фтор, концентрация в воде около 1 мг/л	
		Защищенное население (млн.)	Защищенное население (%)
Аргентина	35,9	4,5	12,5
Франция	59,4	1,8	3,0
Габон	1,3	1,3	100
Ливия	5,4	1,0	18,5
Мексика	100,4	3,0	3,0
Сенегал	9,7	1,0	10,3
Шри Ланка	19,1	2,8	14,7
Танзания	35,0	12,2	34,9
США	281,4	10,0	3,6
Зимбабве	13,0	2,6	20,0

Таблица 3. Количество пораженных, отсутствующих и залеченных зубов у детей, проживающих в разных регионах Ирландии с фторированной (Ф) и нефторированной водой (НФ), а также в Северной Ирландии (СИ)

Возраст	Республика Ирландия (Ф)	Республика Ирландия (НФ)	Северная Ирландия (НФ)
5 лет	1,0	1,7	1,8
12 лет	2,1	3,2	3,6