

Н. Л. Бацукова, Е. И. Цимберова, С. М. Лебедев

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АЗОТИСТЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ МЕСТНОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ: РИСК РАЗВИТИЯ МЕТЕМОГЛОБИНИИ
У ДЕТЕЙ ГРУДНОГО ВОЗРАСТА

Белорусский государственный медицинский университет

В статье представлены результаты исследования проб воды из водоразборных колонок пяти районов города Минска на содержание аммиака и ионов аммония, нитритов. Определение аммиака и ионов аммония проводилось фотометрическим методом с реактивом Несслера, нитритов – фотометрическим методом с реактивом Грисса. Установлено, что основное количество исследуемых проб воды местного водоснабжения не отвечает требованиям Санитарных правил и норм 2.14.12.-23-2006 (СанПиН) по содержанию аммиака, солей аммония и нитритов.

Ключевые слова: децентрализованное водоснабжение, азотистые показатели воды.

N.L.Batsukova, E.I.Tsimberova, S.M.Lebedev

HYGIENIC ESTIMATION OF NITROGENOUS INDICATORS OF WATER OF LOCAL
WATER SUPPLY: RISK OF DEVELOPMENT OF METHEMOGLOBINEMIA AT BABIES

The Belarus state medical university

In article results of research of tests of water from water-pumps of five districts of Minsk on the maintenance of ammonia and ions of ammonium, nitrites are presented. Definition of ammonia and ammonium ions was spent by colorimetry with Nessler`s reagent, nitrites – colorimetry with Gris`s reagent. It is established, that the basic quantity of investigated tests of water of local water supply does not meet the requirements of Sanitary norms and rules under the maintenance of ammonia, salts of ammonium and nitrites.

Keywords: the decentralised water supply, nitrogenous indicators of water.

Проблема загрязнения азотистыми соединениями окружающей природной среды продолжает сохранять свою актуальность. В число этих соединений входят ионы NH_4^+ , NO_3^- и NO_2^- . Они образуются в воде в результате разложения белковых соединений и попадают в нее почти всегда со сточными бытовыми водами. Наряду с тяжелыми металлами и пестицидами они являются наиболее распространенными загрязнителями окружающей среды. Растущий нитратно-нитритный прессинг во многих странах мира представляет реальную опасность для здоровья населения. Значительная часть этой нагрузки связана с поступлением нитросоединений с питьевой водой. По данным Всемирной организации здравоохранения, в некоторых странах до 10% населения потребляют воду, содержащую нитраты в концентрации, превышающей допустимый уровень. Нитраты, поступающие извне или образующиеся эндогенно, частично превращаются в нитриты, которые в 10 раз токсичнее своих предшественников. Именно они определяют степень опасности нитратной нагрузки на организм человека. Известно, что нитраты и нитриты оказывают неблагоприятное воздействие на многие системы организма, однако до настоящего времени за ними безоговорочно признается образование метгемоглобина [9].

Актуальной проблемой остается возможность отравления нитратами и нитритами у детей раннего возраста (особенно до 7 месяцев). Отравления метгемоглобинообразующими веществами нередки в педиатрической практике. В литературе описаны более 3 тысяч случаев алиментарных (водно-нитратных) отравлений у детей, развившихся после употребления в пищу воды из системы децентрализованного водоснабжения [4].

Нитраты, поступающие в организм человека, всасываются в верхних отделах ЖКТ (главным образом, в желудке). Часть нитратов всасывается в кровь без изменений. Около 42 – 90% от общего количества нитратов выделяется с мочой через 8 часов, причем концентрация нитратов в моче зависит от количества их употребления. Основная часть нитратов метаболизируется обитающей в желудочно-кишечном тракте микрофлорой. В зависимости от вида микроорганизмов, pH среды и имеющихся питательных веществ (микроэлементы, углеводы) могут образовываться следующие соединения: нитриты, окислы азота, гидроксилламин, аммиак. Наиболее интенсивно превращение нитратов в нитриты идет в слюне, а также в инфицированном мочевом пузыре [3].

Отрицательное влияние на организм оказывают, в основном, нитриты и нитраты за счет метгемоглобинообразования, активации свободнорадикальных реакций, модификации реакции бластомогенеза, индуцированного другими факторами, и образования N-нитрозосоединений. Нарушение функций ферментных систем, действие на ЦНС, сердечно-сосудистую, эндокринную системы, обмен веществ, эмбриотоксическое действие, нарушение иммунного статуса, снижение резистентности организма к действию канцерогенных, мутагенных и других факторов, а также бластомогенное действие как результат эндогенного образования канцерогенных нитрозосоединений являются наиболее значимыми биологическими эффектами, связанными с действием азотистых соединений на организм человека [5].

Наибольшую опасность для человека представляют нитриты. Всасываясь в ЖКТ, они попадают в кровь и, проникая через мембрану эритроцитов, вступают в реакцию с гемоглобином. В ходе окислительно-восстановительной реакции

гемоглобин окисляется в метгемоглобин, а нитрит-ион восстанавливается в NO.

Для метгемоглобинообразования характерно: окисление двухвалентного железа гемоглобина в трехвалентное с потерей способности к обратимой связи с кислородом и развитием гемической гипоксии различной степени; низкое артериовенозное различие по кислороду из-за ухудшения диссоциации оксигемоглобина, дегенерация эритроцитов с нарушением их осмотической резистентности с развитием вторичного внутрисосудистого гемолиза и гемолитической анемии на 3 – 5-е сутки после отравления.

Если для разбавления сухих молочных смесей используется вода, богатая нитратами, то под воздействием кишечных бактерий (протей, стафилококков, кишечной палочки) нитраты превращаются в нитриты с последующим образованием метгемоглобина. Нитриты, взаимодействуя с гемоглобином, образуют метгемоглобин, не способный переносить кислород. В результате уменьшается кислородная емкость крови и развивается гипоксия (кислородное голодание). Для образования 2000 мг метгемоглобина достаточно 1 мг нитрита натрия. Концентрация метгемоглобина в крови регулируется метгемоглобинредуктазой, которая восстанавливает метгемоглобин в гемоглобин.

Содержание метгемоглобина возрастает до опасных значений только при поступлении в кровь нитритов. Восстанавливают нитраты в нитриты различные микроорганизмы, заселяющие преимущественно кишечник. Степень восстановления нитратов, как и при хранении продуктов, зависит от тех же факторов: количества нитратов в продуктах и условий жизнедеятельности микроорганизмов. Для развития кишечной микрофлоры благоприятна слабощелочная и нейтральная среда. Наиболее

чувствительны к нитратам люди с пониженной кислотностью желудка. Это дети до года и больные гастритом и диспепсией. У таких людей микрофлора толстого кишечника может проникать в желудок, и тогда резко увеличивается процент восстановления нитратов по сравнению со здоровыми людьми. За последние 10—15 лет описано более 1000 случаев нитратно-нитритной метгемоглобинемии, из которых 100 закончились смертью. У здоровых людей легкие формы отравления наблюдались при содержании нитратов в воде или пище более 80—100 мг/л. А у детей, страдающих диспепсией, интоксикации возникали при употреблении воды с содержанием нитратов 50 мг/л [10].

Кроме того, дети первых месяцев жизни входят в группу риска из-за высокого уровня потребления жидкости в пересчете на килограмм массы тела, а фетального гемоглобин, который легче и быстрее превращается в метгемоглобин [2].

Риск развития метгемоглобинемии часто связан с источниками местного водоснабжения, вода которых не отвечает гигиеническим нормативам по содержанию азотистых соединений.

Водоснабжение г.Минска осуществляется, в основном, системой коммунального хозяйственно-питьевого водопровода, которая представлена 11-ю групповыми подземными водозаборами и одним открытым – резервным водохранилищем Вилейско-Минской водной системы. По данным унитарного предприятия «Минскводоканал», из общего количества питьевой воды доля воды из открытого источника составляет около 35%. Получают воду из поверхностного источника преимущественно жители Фрунзенского района (331,4 тыс. чел.). Население Московского, Октябрьского районов (406,8 тыс. чел.) и частично

Центрального района получают смешанную воду с преобладанием воды из поверхностного водоисточника.

На качество питьевой воды, подаваемой населению, значительное влияние оказывают санитарно-гигиенические условия участков водозаборных сооружений, специфика очистных сооружений, а также санитарно-техническое состояние водозаборов. В республике значительное количество водозаборных скважин (14 %) не обеспечено водоохранной зоной строгого режима и около 80 % коммунальных водопроводов не имеет необходимого комплекса очистных сооружений [1].

Наряду с источниками централизованного водоснабжения в Минске существенную роль в хозяйственно-питьевом водоснабжении населения играют источники местного водоснабжения – водоразборные колонки [6]. Из химических загрязнителей воды водоразборных колонок наиболее актуальными являются азотсодержащие соединения и продукты их окисления [8]. Соли аммиака и азот нитритов в воде источников централизованного и нецентрализованного питьевого водоснабжения обнаруживаться не должны (СанПиН 10-124 РБ 99, СанПиН 2.1.4.12-23-2006) [7].

Материалы и методы

Определение содержания аммиака и ионов аммония, нитритов в образцах воды проводилось на базе кафедры общей гигиены БГМУ (март 2009г.) фотометрическим методом.

В ходе исследования были взяты пробы воды из водоразборных колонок пяти районов г. Минска и проведено 40 исследований.

Определение аммиака и ионов аммония проводилось фотометрическим

методом с реактивом Несслера, нитритов – фотометрическим методом с реактивом Грисса. Методы основаны на способности аммиака (свободный аммиак и ионы аммония) и нитритов образовывать комплексное соединение с соответствующими реактивами. Образующиеся в результате реакций соединения окрашивают растворы в желтый и розовый цвета различной интенсивности в зависимости от количества исследуемых ионов соответственно.

При низкой концентрации аммиака и ионов аммония получается коллоидный раствор, пригодный для колориметрирования. Предел обнаружения 0,05 мг/л. Диапазон измерения количества аммонийных ионов в пробе 0,05 – 0,150 мг/л. Пробы фотоколориметрируют (КФК-2) в кюветах с длиной оптического пути 2 см, фиолетовый светофильтр (425 нм), по отношению к контролю, приготовленному на безаммиачной воде, с добавлением реактива Несслера.

Предел обнаружения для нитритов 0,002 мг/л. Диапазон измеряемых количеств нитритов в пробе 0,1 – 15 мг/л. Пробы фотоколориметрируют (КФК-2) в кюветах с длиной оптического пути 2 см, зеленый светофильтр (530 нм), по отношению к контролю, приготовленному на дистиллированной воде с добавлением реактива Грисса.

Содержание аммиака и ионов аммония (мг/л), нитритов определяют по калибровочному графику.

Результаты исследования

В собственном исследовании проводилось определение содержания аммиака и ионов аммония, нитритов в пробах воды из водоразборных колонок. Для измерения использовали фотоколориметр КФК-2.

В результате проведенных нами исследований было установлено, что основное количество проб не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.12-23-2006. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание нитросоединений в водосточниках местного водоснабжения (водоразборные колонки) г. Минска

Район, улица	Аммиак и ионы аммония, мг/л	Нитриты, мг/л
Заводской		
1 проба: ул. Айвазовского	0,2	0,03
2 проба: ул. Васнецова/ ул. Айвазовского	0,08	0,02
3 проба: ул. Кулешова	0,05	0,005
4 проба: ул. Федотова	0,15	0,025
5 проба: ул. Федотова/ ул. Айвазовского	0	0
Советский		
1 проба: ул. В. Хоружей/ ул. Кропоткина	0,14	0,12
Московский		
1 проба: ул. Талаша	0,18	0,001
2 проба: 1-ый пер. Окрестина	0,2	0,002
3 проба: ул. Дзержинского	0,18	0,005
4 проба: ул. Петровщина	0,19	0
5 проба: ул. Петровщина	0,22	0
6 проба: пер. Петровщина	0,1	0
Ленинский		
1 проба: ул. Маяковского	0,05	0,01
2 проба: ул. Полесская	0	0,005
3 проба: ул. Оранжевая	0,1	0,01
Центральный		
1 проба: пер. Ярошевичский	0,3	0,025
2 проба: ул. Щедрина	0	0,015
3 проба: пер. Водопроводный	0,05	0,01
4 проба: ул. Каховская/ Сморговский тракт	0,3	0,15
5 проба: ул. Осипенко	0,35	0,08

Выводы

1. Выяснено, что основное количество исследуемых проб воды местного водоснабжения не отвечает требованиям СанПиН по содержанию аммиака, солей аммония и нитритов. Самая высокая концентрация выявлена в воде водоразборных колонок Московского, Советского и Центрального районах города. В связи с этим, в семьях у пользователей данных водоразборных колонок, имеющих детей на искусственном вскармливании (т.е. получающих молочные смеси, разбавленные водой с повышенным содержанием азотистых соединений), существует высокая степень риска развития метгемоглобинемии у детей.

2. Полученные данные важны в отношении оценки суммарной нитратно-нитритной нагрузки на жителей г. Минска с целью прогнозирования изменений в состоянии их здоровья.

3. Соблюдение определенных рекомендаций и комплексной оценки объектов окружающей среды и состояния здоровья населения позволяет значительно снизить поступление нитратов и нитритов в организм, например, переход на систему централизованного артезианского водоснабжения; регулярный мониторинг качества воды источников местного водоснабжения неблагоприятных районов; проведение мер, позволяющих оградить наиболее чувствительную часть населения от отравления нитратами и нитритами, в том числе и продажа питьевой бутилированной воды для грудных детей; употребление в пищу продуктов, имеющих сбалансированность соотношения между азотом и другими элементами питания (в первую очередь фосфором и калием), биологически активных добавок, содержащих витамины (особенно антиоксиданты), микроэлементы, антимуtagenные, антиканцерогенные,

иммуномодулирующие вещества.

Таким образом, предложенные и обоснованные комплексные профилактические мероприятия, направленные на снижение поступления в организм нитратов и нитритов с питьевой водой и нивелирование нитратно-нитритной нагрузки на организм, будут способствовать охране здоровья и повышению качества жизни населения Республики Беларусь.

Литература

1. Гигиена питьевого водоснабжения // Здоровье населения и окружающая среда г. Минска в 2005 году. 2006. С. 74 – 76.
2. Гречь, Н.А. Влияние химического состава питьевой воды на показатели состояния здоровья детей г. Минска / Н.А. Гречь, А.Н. Аринчин, М.И. Римжа // Экологические принципы педиатрии в условиях крупного промышленного центра. Минск, 1999. С. 72 – 81.
3. Зенин, А.А. Гидрохимический словарь / А.А. Зенин., Н.В. Белоусова // Л.: Гидрометеиздат, 1988.
4. Устинович, А.А. Водно-нитратное отравление ребенка раннего возраста / А.А. Устинович, М.В. Чанчикова, Е.А. Савкович, М.В. Устинович // Медицинский журнал. 2008. № 1. С. 101 – 102.
5. Маркова, И.В. Клиническая фармакология новорожденных / И.В. Маркова, Н.П. Шабалов // СПб: СОТИС, 1993. С. 183.
6. Колосовский, Б.С. Нитратное загрязнение воды в шахтных колодцах в Минской области / Б.С. Колосовский, О.И. Батан, С.К. Волконовская, А.Д. Мильман // Здравоохранение. 2000. № 1. С. 25 – 26.

7. Сборник официальных документов по коммунальной гигиене 2007.
8. Self, J.R., Waskom, R.M. Nitrates in drinking water // Colorado State University Cooperative Extension 1995
9. Guidelines for drinking-water quality. Intern. Progr. On Chemical Safety WHO Vol. 2. 1996, p. 973
10. Pollack E.S., Pollack C.V. Incidence of subclinical methemoglobinemia in infants with diarrhea. Ann Emerg Med 1994; 24: 652-656.