

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

## **Гигиеническая оценка азотистых показателей воды местного водоснабжения: риск развития метгемоглобинемии 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.

Проблема загрязнения азотистыми соединениями окружающей природной среды продолжает сохранять свою актуальность. В число этих соединений входят ионы  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NO}_2^-$ . 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, рН 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 водоемисточника.

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 водоисточниках 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 [и др.] // 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 [и др.] // Здравоохранение. 2000. № 1. С. 25–26.
7. Сборник официальных документов по коммунальной гигиене. 2007.
8. Self, J. R. Nitrates in drinking water / J. R. Self, R. M. Waskom. Colorado State University Cooperative Extension, 1995.
9. Guidelines for drinking-water quality. Intern. Progr. On Chemical Safety WHO. 1996. Vol. 2. P. 973.
10. Pollack, E. S. Incidence of subclinical methemoglobinemia in infants with diarrhea / E. S. Pollack, C. V. Pollack // Ann Emerg Med 1994; 24: 652–656.