

А. В. Гордиевич

РИСК РАЗВИТИЯ ВРЕДНЫХ ЭФФЕКТОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ СЕЛЬСКИХ ЖИТЕЛЕЙ В СВЯЗИ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НИТРАТАМИ

Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. Кейс Г.Д.

Кафедра радиационной медицины и экологии

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

A. V. Gordievich

RISK OF NEGATIVE EFFECTS ON VILLAGER'S HEALTH CONSUMING DRINKING WATER WITH HIGH CONTAMINATION LEVEL OF NITRATES

Tutor: associate professor Keis G.D.

Department of Radiation Medicine and Ecology,

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. Проведено исследование оценки потенциального неканцерогенного риска у жителей сельской местности, потребляющих питьевую воду, содержание нитратов в которой превышает предельно допустимую концентрацию 45 мг/л. Выявлен высокий риск развития вредных эффектов в системе крови и сердечно-сосудистой системе с наибольшей опасностью для детей до 6 лет.

Ключевые слова: нитраты, питьевая вода, коэффициент опасности, потенциальный неканцерогенный риск.

Resume. The author studied potential non-carcinogenic risks for villagers consuming drinking water contaminated with nitrates. The exposure assessment was based on the levels of nitrate in drinking water exceeding the maximum permissible concentration of 45 mg/L. The highest identified risk of negative effects on blood and cardio-vascular systems was evidenced for children under 6.

Keywords: nitrates, drinking water, hazard quotient, potential non-carcinogenic risk.

Актуальность. Обеспечение населения питьевой водой, отвечающей гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, является важной целью принятия природоохранных управленческих решений. При численности жителей Копыльского района Минской области на текущий момент 27901 человек, почти четверть населения (23,1%) получает питьевую воду из колодцев общего пользования. Это объясняет высокую значимость контроля уровня содержания в колодезной воде аниона NO₃⁻ как загрязнителя питьевой воды в связи с сельскохозяйственной деятельностью людей (ВОЗ, 2017).

Цель: оценить риски развития вредных эффектов от содержащихся в колодезной питьевой воде нитратов для здоровья жителей Копыльского района.

Задачи:

1. Освоить лабораторную методику определения содержания нитратов в воде колориметрическим методом с салициловокислым натрием.

2. Изучить, по данным ГУ «Копыльский РайЦГЭ», содержание нитратов в водоразборных колодцах Копыльского района.

3. Оценить уровень потенциального неканцерогенного риска повышенного содержания нитратов для населения Копыльского района.

4. Изучить по литературным данным влияние нитратов на организм человека.

Материал и методы. При освоении методики определения содержания

нитратов были отобраны пробы из различных источников (6 проб из деревенского, городского колодцев и из водопровода). Затем было определено содержание нитратов в отобранных пробах воды колориметрическим методом с салициловокислым натрием, согласно методике, описанной в ГОСТ'е 33045-2014 "Вода. Методы определения азотсодержащих веществ". Освоение методики проходило в аккредитованной лаборатории ГУ «Копыльский РайЦГЭ».

Были изучены ретроспективные данные по квартальному мониторингу названной аккредитованной лабораторией воды колодцев общего пользования Копыльского района с 2013 по 2018 года. Всего изучены фактические данные анализа 24 проб воды. Уровень нитратов во всех случаях определялся указанным колориметрическим методом. Расчёты выполнены в соответствии с Инструкцией Министерства здравоохранения Республики Беларусь 2.1.4.10-11-2-2005 «Оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду». Статистическая обработка полученных результатов проведена с помощью программы Microsoft Office Excel 2016.

Результаты и их обсуждение. Уровень содержания нитратов в колодезной воде составил $92,53 \pm 5,17$ мг/л, что значительно превышало предельно допустимую концентрацию в 45 мг/л (СанПиН 10-124 РБ 99).

Коэффициент опасности (HQ) в связи с установленным уровнем содержания нитратов для мужчин оказался равным $1,12 \pm 0,06$; для женщины - $1,36 \pm 0,08$; для детей до 6 лет – $2,63 \pm 0,15$. Это даёт основание заключить о существовании у всех рассмотренных групп населения риска развития вредных эффектов в системах организма, являющихся мишенями для избыточно поступающих с питьевой водой нитратов. Общепринято считать такими системами сердечно-сосудистую систему и систему крови.

Основная угроза действия нитратов – образование метгемоглобина.

В физиологических условиях количество метгемоглобина колеблется в пределах 0,1-2,5% и имеет защитный характер. Метгемоглобин принимает непосредственное участие в обезвреживании цианидов, сероводорода, фенола, янтарной, масляной и мышьяковистой кислот, роданидов и других веществ, связывая их в комплексные нетоксичные соединения. Полезная роль метгемоглобина заключается и в том, что он способствует каталитическому распаду перекиси водорода – обязательного компонента окислительной деградации гемоглобина и образования вердоглобинов, которые являются предшественниками биливердина и билирубина [1].

При увеличении содержания метгемоглобина выше физиологического уровня, ухудшаются условия высвобождения кислорода в тканевых капиллярах, известное как сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина крови влево. Ввиду нарушения доставки кислорода к тканям нарастает тканевая гипоксия. Следствием этого является нарушение образования АТФ и нарушение энергозависимых процессов таких как, сокращение — контрактура всех сократимых структур, синтез — синтез белков, липидов, нуклеиновых кислот, активный транспорт — потеря потенциала покоя, поступление в клетку ионов кальция и воды. Выраженность симптомов метгемоглобинемии определяется концентрацией метгемоглобина крови [2,3].

Прямым следствием образования метгемоглобина служит появление в эритроцитах продуктов денатурации гемоглобина – телец Гейнца. Отмечена удивительная способность селезенки разрушать тельца Гейнца без нарушения структуры эритроцитов. Универсальная же реакция – разрушение эритроцитов при выходе телец Гейнца из внутриклеточного пространства во внеклеточное. В результате развивается гемолитическая анемия с образованием продуктов распада метгемоглобин.

Несмотря на то, что в указанной выше Инструкции МЗ РБ в качестве целевых органов избыточно содержащихся в крови нитратов традиционно рассматриваются только 2 системы – система крови и сердечно-сосудистая система, имеется много современных научно подтверждаемых данных о том, что вредное действие нитратов не ограничивается только этими системами.

Так, доказано, что в результате действия нитратов происходит также повышение образования продуктов свободнорадикального окисления [4]. Это приводит к созданию дополнительного риска развития мутаций, снижает активность ферментативных систем, приводит к деполимеризации гликопротеинов соединительной ткани, повреждению митохондрий, перекисному окислению липидов [3,5,6].

При метгемоглобинемии также происходит нарушение работы ЖКТ (нарушение процессов обмена натрия, калия и воды в желудочно-кишечном тракте, способствующих развитию патогенной кишечной микрофлоры).

Подтверждена и уже хорошо изучена роль нитратов в возникновении злокачественных опухолей в желудочно-кишечном тракте человека. Образующиеся при восстановлении нитратов нитрозамины $R_2N-N=O$ действуют в желудочно-кишечном тракте как сильнейшие канцерогены.

Также хорошо известна способность нитратов вызывать резкое расширение сосудов, в результате чего понижается кровяное давление [7].

Негативное влияние воздействия нитратов, поступающих с водой, также связывают с нарушением нейроэндокринной регуляции обменных процессов путем конкурентного ингибирования тиреоидного поглощения эндогенного йода на поверхности фолликулярных клеток щитовидной железы, изменение функциональной активности надпочечников с последующим дисбалансом глюкокортикоидных гормонов, снижение уровня серотонина [8].

Особую тревогу вызвал полученный высокий коэффициент опасности для детского населения, равный $2,63 \pm 0,15$ при численно допустимом значении меньше 1, ввиду незрелости механизмов регуляции критических систем у детей и ввиду возрастающей нагрузки на ткани в связи развивающейся гипоксией.

У детей, потребляющих питьевую воду с содержанием азотистых соединений, превышающих ПДК, установлено достоверное существование положительной корреляции между уровнем экскреции нитратов с мочой и развитием отклонений в физическом развитии за счет повышения уровней ТТГ и кортизола, снижения содержания свободного тироксина (Т4) и серотонина [8].

Потенциальный риск неспецифических токсических эффектов, связанных с хроническим потреблением питьевой воды при установленном уровне содержания

нитратов, составляет 3.52 ± 0.20 %. Он, по определению Инструкции Министерства здравоохранения Республики Беларусь 2.1.4.10-11-2-2005 «Оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду», приемлем, неблагоприятные медико-экологические тенденции отсутствуют. Это означает, что все описанные изменения на клеточно-субклеточном уровне, происходят без грубых клинических проявлений. Манифестацией изменений, происходящих в критических органах вследствие хронического воздействия нитратов, являются различные состояния дискомфорта без признаков специфической патологии с присущей ей клинической симптоматикой.

Жителям Копыльского района, получающим питьевую воду из водоразборных колодцев, можно рекомендовать использовать средства очистки воды от избытка нитратов, работающие на принципах ионного обмена, обратного осмоса, биологической денитрификации, электродиализа. При их использовании можно добиться снижения концентрации нитрат-ионов до 13 мг/л. [9].

Выводы:

1 Уровень содержания нитратов в водоразборных колодцах Копыльского района, по данным ГУ «Копыльский РайЦГЭ» за 2013-2018 года, составлял $92,53 \pm 5,17$ мг/л, что значимо превышало ПДК в 45 мг/л ($p < 0,05$).

2 Коэффициент опасности НQ при установленном уровне содержания нитратов в питьевой воде составил для мужчин $1,12 \pm 0,06$, для женщин $1,36 \pm 0,08$, для детей до 6 лет $2,63 \pm 0,15$. При этом НQ превышал безопасный уровень во всех группах населения.

3 Высокое значение коэффициента опасности НQ означает существование риска развития вредных эффектов в критических системах всех категорий жителей Копыльского района с наиболее серьёзными последствиями для детского населения: нарушение кислородо-транспортной функции эритроцитов, гемолиз, сердечная аритмия, брадикардия, сердечная недостаточность, а также дисфункция нейроэндокринной регуляции, образование продуктов перекисного окисления и др.

4 Потенциальный риск неспецифических токсических эффектов, связанных с хроническим потреблением воды, загрязненной нитратами, составляет $3,52 \pm 0,20$ % и в исследованный период оставался приемлемым: клинические специфические проявления неблагоприятных медико-биологических последствий, манифестирующие вредные эффекты, отсутствуют.

5 Для очистки воды от избытка нитратов населению Копыльского района можно рекомендовать использование фильтров, работающих на принципах ионного обмена, обратного осмоса, биологической денитрификации, электродиализа.

Литература

1. Василенко Н. М. Действие ксенобиотиков на систему крови. Общая токсикология /Н.М.Василенко. — М.: Медицина, 2002 г.— С. 266.
2. Lorna Fewtrell. Drinking-Water Nitrate, Methemoglobinemia, and Global Burden of Disease/ Lorna Fewtrell// Environmental Health Perspectives. – 2004. – Number 12. – С.1371-1374.
3. Куценко С.А.. Основы токсикологии/ С.А.Куценко. – Санкт-Петербург, 2002 г. – С.119
4. Ellenhom M. J., Barceloux D. J. Nitrates, nitrites and methemoglobinemia. Medikal toxicology, Diagnosis and Treatment of Human Poisoning/ M. J. Ellenhom, D. J.Barceloux - New York, NY: Elsevier

Scientific Publ, 1988.

5. Проданчук Г.Н., Балан Г.М. Токсические метгемоглобинемии: механизмы формирования и пути оптимизации лечения/ Г.Н.Проданчук, Г.М. Балан//Современные проблемы токсикологии - 2007 - №1.- С.38-45

6. Леонова, Е.В. Патопфизиология системы крови : учеб. пособие / Е. В. Леонова, А. В. Чантурия, Ф. И. Висмонт ; Белорус. гос. мед. ун-т, Каф. патолог. физиологии. - Минск : БГМУ, 2009. – 45-52 с.

7. Ward MH. Drinking-water nitrate and health--recent findings and research needs [Pubmed]/ Ward MH , deKok TM, Levallois P, Brender J, Gulis G, Nolan BT, VanDerslice J. – Режим доступа <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> (Дата обращения: 25.02.2019)

8.Avery A.A. Infantile Methemoglobinemia: Reexamining the Role of Drinking Water Nitrates/ Alexander Austin Avery// Environmental Health Perspectives - July 1999 – С.583-586

9.WHO. Guideliens for drinkinh-water quility. Fourth edition incorporating the first addendum/ WHO - 2017 - С.398-403

10.Инструкция Министерства здравоохранения Республики Беларусь 2.1.4.10-11-2-2005 «Оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду»: принята постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь 22.02.2005 №19