

СОПОСТАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ ТРИГАЛОГЕНМЕТАНОВ С ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Малкова М.А.¹, Хузиахметова А.А.¹, Жигалова А.В.¹, Егорова Н.Н.², Вождяева М.Ю.³, Кантор Е.А.¹

¹ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, e-mail: kykyshka2009@mail.ru;

²ГБНУ «Академия Республики Башкортостан», Уфа, e-mail: profanrb@gmail.com;

³МУП «Уфаводоканал», Уфа, e-mail: vozhdyaeva@mail.ru

Приведены результаты поиска связи между содержанием компонентов тригалогенметанов в резервуаре чистой воды водозабора поверхностного типа, расположенного на территории г. Уфы и числом обращений по заболеваниям (общим и первичным) в медучреждения, расположенные в зоне действия рассматриваемого водозабора. В качестве показателей заболеваемости рассматривались злокачественные новообразования, болезни крови, эндокринные заболевания, болезни системы кровообращения, болезни органов дыхания, болезни органов пищеварения, кожные болезни, болезни опорно-двигательного аппарата, болезни мочеполовой системы, врожденные уродства. Анализ полученных данных свидетельствует в пользу отсутствия «жестких» связей между содержанием компонентов, составляющих ТГМ, и отдельными видами заболеваемости. Проведенное исследование позволяет предположить о том, что продукты хлорирования питьевой воды – компоненты ТГМ – не оказывают негативного влияния на здоровье населения по основной группе заболеваний.

Ключевые слова: качество питьевой воды, тригалогенметаны, заболеваемость населения.

COMPARISON OF THE QUALITY OF DRINKING WATER WITH THE INCIDENCE OF THE POPULATION ON THE CONTENT OF TRIHALOMETHANES

Malkova M.A.¹, Khuziakhmetova A.A.¹, Zhigalova V.A.¹, Egorova N.N.², Vozhdyaeva M.Yu.², Kantor E.A.¹

¹FSBEI HE «Ufa State Petroleum Technical University», Ufa, e-mail: kykyshka2009@mail.ru;

²SBSI «Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan», Ufa, e-mail: profanrb@gmail.com;

³MUE «Ufavadokanal», Ufa, e-mail: vozhdyaeva@mail.ru

The article presents the results of the search of communication between the content components of trihalomethanes in drinking water surface water intake, located on the territory of Ufa and the number of cases by diseases (total and primary) health facilities located in the area of the considered water intake. As indicators of morbidity were considered malignant tumors, blood diseases, endocrine diseases, diseases of the circulatory system, diseases of respiratory organs diseases of digestive organs, skin diseases, diseases of the musculoskeletal system, diseases of the genitourinary system congenital deformities. Analysis of obtained data testifies in favor of the absence of "hard" relations between the content components that make up THMs and several types of disease.

Keywords: drinking water quality, trihalomethanes, morbidity.

Качество питьевой воды, которое может оказывать существенное влияние на здоровье человека, во многом определяется качеством воды источника водоснабжения. Вода природных источников водоснабжения, как правило, не соответствует гигиеническим требованиям к питьевой воде и требует очистки и обеззараживания перед подачей ее населению [1]. Процесс обеззараживания воды хлором приводит к образованию токсических соединений – тригалогенметанов (ТГМ). К ним относят хлороформ (ХФ), дибромхлорметан (ДБХ), бромдихлорметан (БДХ) и бромформ (БФ) [2-4]. Общетоксическое действие ТГМ

проявляется поражением печени и почек, нейротоксическими и кардиотоксическими эффектами. ХФ и БДХ свойственно канцерогенное действие [3].

Характеристика объектов исследования и методология проведения исследования

В качестве объекта исследования принят водозабор поверхностного типа (ПВ), расположенный в черте города Уфы. За среднегодовые данные о содержании ТГМ принята сумма результатов анализа, проводимого ежемесячно, по каждому из компонентов. Данные о заболеваемости представлены в виде среднегодового значения количества обращаемости на 1000 посещений в смену.

Нами предпринята попытка поиска связи между содержанием компонентов ТГМ в резервуаре чистой воды (РЧВ) поверхностного водозабора и числом обращений по заболеваниям (общим и первичным) в медучреждения, расположенные в зоне действия водозабора. В качестве исходных данных приняты среднегодовые концентрации ХФ, ДБХ, БДХ и БФ в резервуарах чистой воды водозаборов и данные по общей и первичной заболеваемости по следующим показателям: злокачественные новообразования (ЗНО), болезни крови (БК), эндокринные заболевания (ЭЗ), болезни системы кровообращения (БСК), болезни органов дыхания (БОД), болезни органов пищеварения (БОП), кожные болезни (КБ), болезни опорно-двигательного аппарата (БОДА), болезни мочеполовой системы (БМПС), врожденные уродства (ВУ). При расчетах используются данные за 12 лет (2002–2013 гг.).

Результаты и их обсуждение

С помощью корреляционного анализа осуществлена попытка поиска связи между концентрациями ТГМ и показателями заболеваемости населения (табл. 1).

Таблица 1

Результаты расчета коэффициента корреляции
(поликлиники на территории поверхностного водозабора)

Поликлиника А										
Первичная заболеваемость										
	ЗНО	БК	ЭЗ	БСК	БОД	БОП	КБ	БОДА	БМПС	ВУ
ХФ	0,49	0,65	0,58	-0,28	-0,35	0,26	0,69	0,67	0,40	0,33
БДХ	0,49	0,66	0,60	-0,37	-0,39	0,22	0,62	0,62	0,40	0,54
ДБХ	0,11	0,72	0,24	-0,13	-0,10	0,48	0,51	0,51	0,37	-0,05
Общая заболеваемость										
ХФ	0,03	0,03	0,17	-0,49	-0,52	-0,31	0,62	-0,57	0,07	0,59
БДХ	0,02	0,06	0,05	-0,65	-0,56	-0,41	0,56	-0,68	0,14	0,74

ДБХ	-0,14	-0,06	-0,15	-0,45	-0,48	-0,38	0,21	-0,57	-0,21	0,40
Поликлиника В										
Первичная заболеваемость										
ХФ	-0,10	0,27	0,09	-0,03	0,48	-0,07	0,05	0,41	-0,12	-0,05
БДХ	-0,19	0,22	0,06	-0,16	0,50	-0,20	0,01	0,31	-0,30	-0,24
ДБХ	-0,27	0,37	-0,29	-0,43	0,19	-0,42	-0,23	-0,05	-0,45	-0,34
Общая заболеваемость										
ХФ	-0,50	0,44	0,20	-0,38	0,19	-0,39	0,26	-0,12	-0,39	-
БДХ	-0,54	0,50	0,35	-0,28	0,26	-0,40	0,26	-0,10	-0,53	-
ДБХ	-0,32	0,22	0,21	-0,42	0,02	-0,25	0,09	-0,08	-0,57	-
Поликлиника С										
Первичная заболеваемость										
ХФ	-0,74	0,27	0,47	-0,60	0,29	-0,58	0,25	0,03	-0,42	-
БДХ	-0,66	0,42	0,58	-0,74	0,37	-0,61	0,13	-0,22	-0,47	-
ДБХ	-0,33	0,10	0,56	-0,44	0,15	-0,23	-0,11	-0,05	-0,62	-
Общая заболеваемость										
ХФ	-0,60	0,66	-0,66	-0,61	0,18	-0,59	0,33	-0,65	-0,58	0,52
БДХ	-0,58	0,74	-0,80	-0,73	0,18	-0,69	0,21	-0,78	-0,70	0,86
ДБХ	-0,39	0,33	-0,53	-0,40	-0,26	-0,33	-0,03	-0,50	-0,43	0,73

По шкале Чеддока [5,6] до величины коэффициента корреляции $K_k = 0,3$ связь между анализируемыми величинами считается «слабой». Полученные данные показывают, что в 71 случае из 174 коэффициент корреляции $K_k \leq \pm 0,3$. Следует отметить, что количество положительных и отрицательных K_k можно считать вполне сопоставляемыми (91 и 83 соответственно). «Высокая» оценка степени связи ($K_k \geq 0,7$) получена только в 10 случаях, 8 из которых относятся к анализу заболеваний по поликлинике 3. По природе компонента ТГМ также наблюдается значительный разброс, как в знаках, так и в величинах K_k (табл.1).

Для поликлиники А «заметная» связь (значение коэффициента корреляции 0,5-0,7) прослеживается между тремя рассматриваемыми компонентами ТГМ и КБ, БОДА. Также получена «заметная связь» между ХФ, БДХ и БК и ЭЗ по первичной заболеваемости, и между ХФ, БДХ и БОД по общей заболеваемости. «Высокая» связь наблюдается между ДБХ и БК, а также БДХ и ВУ. Наименьшее количество коэффициентов корреляции с «заметной» связью в случаях как общей, так и первичной заболеваемости установлено по поликлинике В. «Заметная» связь наблюдается между БДХ и БОД (первичная заболеваемость), ЗНО, БК и БМПС (общая заболеваемость). Наибольшая встречаемость «высокой» связи характерна для

БДХ в случаях общей заболеваемости. Значение коэффициента корреляции свыше 0,7 встречается для ЭЗ, БСК, БОДА, БМПС и ВУ.

По бромсодержащим ТГМ (БДХ, ДБХ), в целом, высоких коэффициентов корреляции больше, чем по хлороформу, хотя истинные концентрации ХФ выше. По всей вероятности, это связано с тем обстоятельством, что ПДК броморганических соединений ниже, чем у хлороформа ($ПДК_{ХФ} = 60 \text{ мкг/дм}^3$, $ПДК_{БДХ} = 30 \text{ мкг/дм}^3$, $ПДК_{ДБХ} = 30 \text{ мкг/дм}^3$).

В связи с изложенным выше представляется целесообразным осуществить группировку полученных коэффициентов корреляции по частоте встречаемости каждой связи (слабая, умеренная, заметная, высокая, весьма высокая) для каждого компонента ТГМ (табл. 2) и попытаться выявить закономерность соответствия концентраций компонентов ТГМ и заболеваемостью.

Анализ полученных данных свидетельствует в пользу отсутствия «жестких» связей между содержанием компонентов, составляющих ТГМ, и отдельными видами заболеваемости (табл. 2). Об этом можно судить по нескольким фактам:

- количество соотношений «содержание определенного компонента ТГМ – заболеваемость» по всему массиву данных, имеющих «слабую» связь составляет (-39 ÷ +32); «умеренную» связь – (-21 ÷ +32); «заметную» связь – (-18 ÷ +22), т.е. число положительных и отрицательных Кк различается незначительно, хотя необходимо отметить некоторое превышение положительных Кк;

- случаи проявления «высокой» связи составляют менее 5 %, «весьма высокие» связи отсутствуют.

Жирным начертанием в таблице 1 выделены достоверные (по Л.С. Каминскому) коэффициенты корреляции. Критическое значение Кк при уровне вероятности 95 % и числом степеней свободы $n=12$ составило 0,576 [6].

Наибольшее количество достоверных коэффициентов корреляции в зоне действия поверхностного водозабора характерно для поликлиники С.

В результате группировки достоверных Кк выявлено, что при рассмотрении ЗНО, БСК, БМПС наблюдаются только отрицательные значения коэффициентов корреляции в зонах действия поверхностного водозабора. По ВУ наблюдается положительная корреляция (табл. 3). По поликлиникам в зоне действия ПВ 23 % достоверных от общего числа Кк.

Таблица 2

Результаты группировки по частоте встречаемости Кк, характеризующих силу связи
между концентрациями ТГМ и показателями заболеваемости населения

Поверхностный водозабор		Заболеваемость												Итого	
		общая		первичная		общая		первичная		общая		первичная			
		хлороформ				бромдихлорметан				дибромхлорметан					
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-		
слабая	0-0,3	8	6	8	1	5	5	8	2	5	10	5	8	39	32
умеренная	0,3-0,5	6	2	2	6	6	4	2	3	3	6	2	11	21	32
заметная	0,5-0,7	4	2	4	8	6	2	1	7	3	1	0	2	18	22
высокая	0,7-0,9	0	1	0	0	0	1	3	3	1	0	1	0	5	5
Итого		18	11	14	15	17	12	14	15	12	17	8	21	83	91

Группировка достоверных коэффициентов корреляции

	ЗНО	БК	ЭЗ	БСК	БОД	БОП	КБ	БОДА	БМПС	ВУ
ПВ	4(-)	4(+)	3(-) 2(+)	5(-)	-	4(-)	3(+)	5(-)	4(-)	4(+)

В связи с тем, что рассматриваемые медучреждения поделены на зоны преимущественного обслуживания поверхностного водозабора, представляется возможным осуществить попытку поиска связи между содержанием компонентов ТГМ безотносительно к конкретной поликлинике, а суммарно. Для этой цели проведены расчеты коэффициента суммации (1) для компонентов ТГМ и Кк между полученными коэффициентами суммации и показателями заболеваемости и осуществлена группировка по частоте встречаемости различных связей (таблица 4).

$$K_{\text{сумм}} = \sum \frac{C_{\text{ХФ}}}{\text{ПДК}_{\text{ХФ}}} + \frac{C_{\text{ДБХ}}}{\text{ПДК}_{\text{ДБХ}}} + \frac{C_{\text{БДХ}}}{\text{ПДК}_{\text{БДХ}}} \quad (1)$$

Поскольку заболеваемость по обращаемости представлена на 1000 посещений в смену, проведены расчеты коэффициента суммации (2) для показателей, характеризующих общую и первичную заболеваемости.

$$K_{\text{суммзаб}} = \sum \frac{\text{ЗНО}}{1000} + \frac{\text{БК}}{1000} + \frac{\text{ЭЗ}}{1000} + \frac{\text{БСК}}{1000} + \frac{\text{БОД}}{1000} + \frac{\text{БОП}}{1000} + \frac{\text{КБ}}{1000} + \frac{\text{БОДА}}{1000} + \frac{\text{БМПС}}{1000} + \frac{\text{ВУ}}{1000} \quad (2)$$

Таблица 4

Результаты расчета коэффициентов суммации ТГМ (мкг/дм³) и общей и первичной заболеваемостям на 1000 посещений в смену

Год	ПВ		
	ТГМ	первичная заболеваемость	общая заболеваемость
2002	0,31	0,37	0,54
2003	0,34	0,35	0,50
2004	0,26	0,34	0,47
2005	0,24	0,46	0,55
2006	0,29	0,47	0,58
2007	0,22	0,47	0,58
2008	0,21	0,46	0,59

2009	0,25	0,48	0,61
2010	0,29	0,45	0,61
2011	0,19	0,42	0,61
2012	0,21	0,35	0,60
2013	0,07	0,38	0,68

Расчет коэффициентов корреляции между коэффициентами суммации ТГМ и общей и первичной заболеваемости показал высокую обратную корреляционную связь между коэффициентами суммации ТГМ и коэффициентами суммации по общей заболеваемости ($K_k = -0,72$).

Группировка по частоте встречаемости сил связи коэффициентов корреляции между коэффициентами суммации и показателями заболеваемости позволила выявить, что наиболее часто встречаются «слабые» и «умеренные» связи (62 %). «Заметная» связь проявляется в 29 % случаев, «высокая» – в 9 %, «весьма высокая» связь отсутствует (табл. 5).

Таблица 5

Результаты группировки по частоте встречаемости сил связи коэффициентов корреляции между коэффициентами суммации и показателями заболеваемости

Оценка силы связи	Величина коэффициента корреляции	Заболеваемость				Итого	
		общая		первичная			
		Частота встречаемости				+	-
		+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8
слабая	0-0,3	9	1	6	5	15	6
умеренная	0,3-0,5	2	3	8	2	10	5
заметная	0,5-0,7	4	6	6	1	10	7
высокая	0,7-0,9	2	2	0	1	2	3
Итого		17	12	20	9	37	21

С целью получения сведений о болезнях, которыми потенциально может быть подвержено население, проанализированы показатели заболеваемости, проявляющиеся при выявлении «заметной» силы связи.

Наиболее часто «заметная» сила связи встречается в случаях эндокринных заболеваний и болезней кожи.

Оценка достоверных коэффициентов корреляции позволяет сделать предположение о возможном негативном влиянии компонентов ТГМ на возникновение ВУ (положительный Кк для ПВ).

В целом, можно считать качество воды, поступающей потребителю, практически всегда соответствует необходимым нормам. Тем не менее, поскольку существуют риски «залпового» загрязнения питьевой воды хлорорганическими соединениями, необходим поиск путей повышения барьерной роли очистных сооружений водоподготовки.

Издание осуществлено при финансовой поддержке РГНФ. Проект «Эколого-гигиеническая оценка влияния качества воды на здоровье населения (на примере г. Уфы)» №15-16-02009/16.

Список литературы

1. Вожаева М.Ю., Цыпышева Л.Г., Кантор Л.И., Кантор Е.А. Анализ органических загрязнителей воды методами газовой хроматографии с различными видами детектирования /М.Ю. Вожаева и [др.] // Аналитика и контроль. – 2001. – Т. 5, № 2. – С. 171.
2. Вожаева М.Ю., Цыпышева Л.Г., Кантор Л.И., Кантор Е.А. Влияние хлорирования на состав ограниченно-летучих органических загрязнителей воды /М.Ю. Вожаева и [др.] // Журнал прикладной химии. – 2004. – Т.77, вып. 6. – С. 952-955.
3. Мазаев В.Т., Королев А.А., Шлепника Т.Г. Коммунальная гигиена / под ред. В.Т. Мазаева. – 2-е изд., испр. и доп. /В.Т. Мазаев, А.А. Королев, Т.Г. Шлепника. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 304 с.
4. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И., Кирьянова Л.Ф., Севостьянова Е.М., Рыжова И.Н., Савронский А.Ю. Актуальные проблемы обеспечения населения доброкачественной питьевой водой и пути их решения / Ю.А. Рахманин и [др.] // Вестник РАМН. – 2006. – № 4. – С. 9-17.
5. Вашку П.Г., Пастер П.Л., Сторожук О.П. Теория статистики: учебное пособие / П.Г. Вашку, П.Л. Пастер, О.П. Сторожук. – М.: Просвещение, 2001. – 320 с.
6. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А.И. Кобзарь. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.