

О ВЗАИМОСВЯЗИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И ОБЕСОГЕННЫХ ЭФФЕКТОВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ (НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ)
ABOUT THE RELATIONSHIP BETWEEN CHEMICAL COMPOSITION OF DRINKING WATER AND OBESOGEN EFFECTS IN AN AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL REGION

С.И. Красиков, Е.Н. Лебедева*, О.П. Айсывакова, Н.В. Шарпова, Н.Н. Комаров
S.I. Krasikov, E.N. Lebedeva*, O.P. Ajsuvakova, N.V. Sharпова, N.N. Komarov

ГБОУ ВПО Оренбургская Государственная Медицинская Академия Минздравсоцразвития РФ, Оренбург
Orenburg State Medical Academy, Orenburg, Russia

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: питьевая вода, d-металлы, прооксиданты, избыточная масса тела, обесогенное действие

KEY WORDS: drinking water, d-metals, prooxidant, overweight, obesogenic action

РЕЗЮМЕ: На основании данных анализа химического состава питьевой воды в различных зонах проживания обследуемых лиц рассчитывали суммарные количества загрязнителей неорганической природы, суммарный коэффициент антропогенной нагрузки, а также прооксидантную активность питьевой воды. В работе показано, что высокое содержание прооксидантов из числа d-металлов в питьевой воде является одним из факторов развития избыточной массы тела и указывает на обесогенное действие окружающей среды на организм.

ABSTRACT: On the basis of analyzing the chemical composition of drinking water in different areas of residence of the surveyed persons, there was calculated the total amount of inorganic contaminants, the total anthropogenic load factor, and prooxidant activity of drinking water. It was shown that high level of prooxidants (d-metals) in drinking water is one of the factors in the development of overweight and indicates obesogenic effect of the environment on the organism.

ВВЕДЕНИЕ

Общепризнано, что загрязнение воздуха, питьевой воды и продуктов питания является одной из основных причин многих хронических инфек-

ционных заболеваний. Многие токсиканты, которые депонируются в жировой ткани и приводят к увеличению массы тела, при этом оказывают разрушительное действие на иммунную, репродуктивную, нервную и эндокринную системы. Так, показано, что общемировой рост распространения ожирения коррелирует с количеством выбросов в окружающую среду продуктов химических производств (Baillie-Hamilton, 2002). Доказано, что синтетические органические вещества оказывают обесогенные (т.е. способствуют увеличению жировых отложений) эффекты (Kopelman, 2000; Lim et al., 2011), в то время как вопрос о роли неорганических загрязнителей во многом остается открытым, что послужило основанием для проведения настоящего исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было обследовано 252 человека в возрасте 17–22 лет обоего пола. Все обследуемые проживали на территории Оренбургской области. В соответствии с природными и экономическими условиями Оренбургской области, обследованные были разделены на группы по месту проживания (восток, центр и запад области).

Как основной источник поступления в организм неорганических соединений-загрязнителей оценивали химический состав питьевой воды в зонах проживания обследуемых. На основании полученных данных рассчитывали суммарные количества загрязнителей неорганической приро-

*Адрес для переписки: Лебедева Елена Николаевна; к.б.н., доц., 460000, Оренбург, ул. Советская, д.6, ОГ-МА, кафедра биологической химии; E-mail: lebedeva.e.n@mail.ru

ды, суммарный коэффициент антропогенной нагрузки, а также прооксидантную активность питьевой воды. Суммарный коэффициент антропогенной нагрузки рассчитывали как сумму долей ПДК для каждого неорганического поллютанта, в норме не превышающей единицу (Боев и др., 2005). О прооксидантной активности воды судили на основании суммы окислительно-восстановительных потенциалов каждого из поллютантов, обладающих red-ox-активностью (способностью инициировать свободнорадикальные процессы в живом организме). Окислительно-восстановительный потенциал для каждого соединения рассчитывался по формуле Нернста:

$$\varphi = \varphi^o + \frac{0,059}{z} \lg \frac{[Ox]}{[Red]}$$

Прооксидантная активность питьевой воды $\varphi_{\text{сумм}}$ выражалась через модуль алгебраической суммы произведений стандартных red-ox-

$$\varphi_{\text{сумм}} = \left| \left(\varphi_1^o + \frac{0,059}{z} \lg \frac{[Ox_1]}{[Red_1]} \right) + \left(\varphi_2^o + \frac{0,059}{z} \lg \frac{[Ox_2]}{[Red_2]} \right) + \dots + \left(\varphi_n^o + \frac{0,059}{z} \lg \frac{[Ox_n]}{[Red_n]} \right) \right|$$

потенциалов катионов d-металлов, обладающих прооксидантной способностью, на их концентрации.

У всех обследуемых, проживающих в выделенных зонах, измеряли рост, вес, охват талии и бедер. На основании полученных данных рассчитывался индекс массы тела (ИМТ) по формуле:

$$\text{ИМТ} = \text{Вес, кг} / (\text{Рост, м})^2$$

и индекс отношения охвата талии (ОТ) к охвату бедер (ОБ) по формуле:

$$\text{ОТ/ОБ} = \text{Охват талии, см} / \text{Охват бедер, см.}$$

Для биохимических исследований образцы крови собирали натощак в вакуумные пробирки с ЭДТА-К₃. Образцы сразу же центрифугировали при 1500 оборотов в течение 10 мин. для отделения плазмы от эритроцитов. Плазму немедленно

замораживали и хранили при температуре -30°C . В плазме крови определяли состояние окислительного стресса методом хемиллюминесценции с помощью анализатора ХЛ-003 (Уфа, Россия).

Результаты антропометрического исследования были статистически обработаны с использованием U-критерия Манна-Уитни. Достоверными считали результаты, статистическое отклонение для которых составило менее 0,05 ($P < 0,05$). При статистическом анализе учитывались значения медианы и квартили (25% и 75% значений для каждого распределения). Для анализа использовалась ПО STATISTICA.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Данные о химическом составе питьевой воды в выделенных зонах области представлены в таблице 1.

Суммарное содержание исследуемых веществ было минимальным на западе. На востоке и в

центре эта сумма была приблизительно равной и превышала аналогичный показатель западной зоны на 35–40%. Суммарный коэффициент антропогенной нагрузки ($K_{\text{сум}}$), представляющий сумму долей ПДК каждого вещества, напротив, был наибольшим на западе области и на 10–20% превышал аналогичный показатель центра и востока области.

Наиболее существенная разница была обнаружена при оценке прооксидантной активности воды (рис. 1).

В таблице 2 представлены данные о состоянии процессов свободнорадикального окисления (СРО) в сыворотке крови у жителей в зависимости от региона проживания.

Видно, что у жителей западной зоны показатели, отражающие интенсивность процессов СРО: спонтанная светимость и величина вспышки, бы-

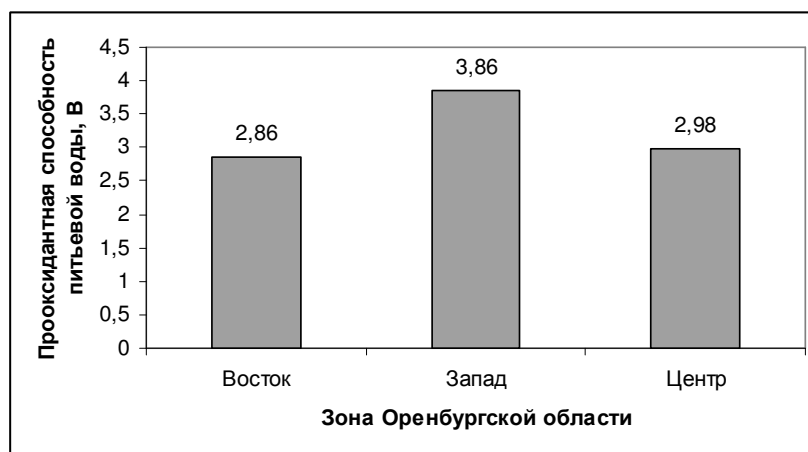


Рис. 1. Прооксидантная активность питьевой воды отдельных зон области

Таблица 1. Химический состав питьевой воды по зонам области

| № | Показатель | Восточная зона | | Западная зона | | Центральная зона | | ПДК, мг/л |
|----|----------------------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|-----------|
| | | Содержание, мг/л | Доля ПДК | Содержание, мг/л | Доля ПДК | Содержание, мг/л | Доля ПДК | |
| 1 | Алюминий | 0,017 | 0,09 | 0,18 | 0,9 | 0,18 | 0,9 | 0,2 |
| 2 | Аммиак | 0,51 | 0,26 | 0,55 | 0,28 | 0,23 | 0,12 | 2 |
| 3 | Бор | 0,14 | 0,28 | 0,05 | 0,1 | 0,09 | 0,18 | 0,5 |
| 4 | Железо | 0,19 | 0,63 | 0,31 | 1,03 | 0,13 | 0,43 | 0,3 |
| 5 | Марганец | 0,03 | 0,3 | 0,04 | 0,4 | 0,05 | 0,5 | 0,1 |
| 6 | Медь | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 1 |
| 7 | Молибден | 0,004 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,04 | 0,25 |
| 8 | Никель | 0,01 | 0,1 | 0,02 | 0,2 | 0,02 | 0,2 | 0,1 |
| 9 | Нитраты | 10,09 | 0,22 | 13,2 | 0,29 | 19,8 | 0,44 | 45 |
| 10 | Нитриты | 0,085 | 0,03 | 0,065 | 0,02 | 0,072 | 0,02 | 3 |
| 11 | Свинец | 0,032 | 0,64 | 0,01 | 0,2 | 0,012 | 0,24 | 0,05 |
| 12 | Стронций | 0,55 | 0,08 | 1,52 | 0,22 | 1,19 | 0,17 | 7 |
| 13 | Сульфаты | 131,7 | 0,26 | 133,9 | 0,27 | 158,2 | 0,32 | 500 |
| 14 | Фтор | 0,31 | 0,21 | 0,38 | 0,25 | 0,30 | 0,2 | 1,5 |
| 15 | Хлориды | 165,6 | 0,47 | 78,8 | 0,23 | 139,2 | 0,4 | 350 |
| 16 | Хром | 0,04 | 0,8 | 0,03 | 0,6 | 0,04 | 0,8 | 0,05 |
| 17 | Цинк | 0,10 | 0,02 | 1,54 | 0,31 | 0,05 | 0,01 | 5 |
| 18 | Сумма или $K_{\text{сум}}$ | 309,4 | 4,44 | 230,6 | 5,34 | 319,6 | 4,99 | – |

Таблица 2. Интенсивность хемилюминесценции в сыворотке крови у жителей различных зон региона

| № | Показатель | Восточная зона | Западная зона | Центральная зона |
|---|------------------------------|----------------|----------------|------------------|
| 1 | Светосумма, у. е. | 2,903 ± 0,325 | 2,929 ± 0,469 | 3,157 ± 0,572 |
| 2 | Спонтанная светимость, у. е. | 0,570 ± 0,160 | 0,936 ± 0,294 | 0,858 ± 0,138* |
| 3 | Вспышка, у. е. | 0,887 ± 0,128* | 1,168 ± 0,398* | 0,937 ± 0,159 |

Примечание: * $p < 0,05$; у. е. – условные единицы

Таблица 3. Характеристика антропометрических показателей у лиц, проживающих на территории Оренбургской области (Ме, Q25 Q75)

| Пол | Зона | Рост, см | Вес, кг | ИМТ, кг/м ² | Охват талии, см | Охват бедер, см | ОТ/ОБ |
|---------|--------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Женский | Восток | 165,4 (161,0–169,1) | 56,0 (52,8–65,0) | 20,7 (19,2–23,0) | 67,3 (62,4–70,3) | 95,0 (90,0–99,3) | 0,70 (0,68–0,74) |
| | Запад | 164,9 (161,0–169,0) | 57,0 (53,0–60,0) | 21,0 (19,4–22,1) | 68,6 (67,0–71,3) | 97,0 (94,5–100,0) | 0,72 (0,71–0,74) |
| | Центр | 165,0 (161,0–169,0) | 55,0 (50,0–62,0) | 20,5 (19,1–22,4) | 70,0 (68,0–73,0) | 98,0 (95,0–101,4) | 0,74 (0,72–0,76) |
| Мужской | Восток | 177,0 (173,0–184,5) | 70,0 (63,0–75,0) | 21,9* (20,3–23,3) | 76,3 (71,5–81,0) | 96,1 (93,0–100,3) | 0,79 (0,78–0,80) |
| | Запад | 178,3 (176,1–184,6) | 72,5 (64,8–84,8) | 22,8* (20,2–25,6) | 80,6 (78,8–86,0) | 99,0 (96,0–106,3) | 0,82 (0,81–0,84) |
| | Центр | 175,3 (172,5–181,3) | 67,8 (60,8–76,5) | 21,7 (19,3–24,6) | 80,0 (77,8–83,8) | 101,1 (98,5–105,8) | 0,81 (0,79–0,83) |

Примечание: * $p < 0,05$

ли существенно выше. Таким образом, показатели более высокой прооксидантной активности воды на западе области совпадали с более выраженными проявлениями окислительного стресса у жителей этого региона.

В таблице 3 представлены антропометрические данные жителей различных зон области.

При оценке интегрального антропометрического показателя (ИМТ) у жителей различных зон области отмечено, что процент лиц, имеющих избыточную массу тела, был наибольшим у жителей запада области.

Таким образом, полученные результаты показали, что между содержанием в воде неорганических соединений с высокой прооксидантной активностью, выраженностью окислительного стресса у лиц, потребляющих эту воду, и избыточной массой тела прослеживается определенная взаимосвязь. Учитывая важную роль окислительного стресса в развитии избыточного веса и ожирения (Vincent et al., 2007, 2009), есть основания считать, что активация СРО, возникающая вследствие высокой концентрации прооксидантов в питьевой воде, способствует увеличению массы тела, т.е. является обесогенным фактором.

ЛИТЕРАТУРА

Боев В.М., Красиков С.И. и др. Суммарная «окислительная нагрузка металлов переменной валентности» как способ выражения их прооксидантного действия //

Экологически обусловленные ущербы здоровью: методология, значение и перспективы оценки: матер. пленума научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РАМН и Минздрава и соиздания РФ. М., 2005. С.324–324.

Baillie-Hamilton P.F. Chemical toxins: a hypothesis to explain the global obesity epidemic // The Journal of Alternative and Complementary Medicine. 2002, 8(2):185–192.

Environmental exposures and the global obesity epidemic // Yellow Courtyard Newsletter, July. 2009. Issue 11. P.1–2.

Kopelman P.G. Obesity as a medical problem // Nature. 2000, 404:635–643.

Lim J.S., Son H.-K., Park S.-K., Jacobs Jr., Lee D.-H. Inverse associations between long-term weight change and serum concentrations of persistent organic pollutants // International Journal of Obesity. 2011, 35:744–747.

Vincent H.K., Bourguignon C.M., Taylor A.G. Relationship of the dietary phytochemical index to weight gain, oxidative stress and inflammation in overweight young adults // Journal of Human Nutrition and Dietetics. 2009, 23:20–29.

Vincent H.K., Innes K.E., Vincent K.R. Oxidative stress and potential interventions to reduce oxidative stress in overweight and obesity // Diabetes, Obesity and Metabolism. 2007, 9:813–839.