

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ВОЛОСАХ ВЗРОСЛЫХ ЖИТЕЛЕЙ ОКРУГА МИМЕНСИНГХ,
НАРОДНАЯ РЕСПУБЛИКА БАНГЛАДЕШ
СООБЩЕНИЕ 1: ТОКСИЧНЫЕ МИКРОЭЛЕМЕНТЫ (As, Be, Cd, Hg, Pb)**

О.А. Скальная¹, А.А. Скальная^{2*}, В.А. Демидов³, Н.Г. Живаев⁴

¹ Национальный университет Тайваня, г. Тайбей, Тайвань

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³ АНО «Центр биотической медицины», Москва, Россия

⁴ Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, г. Ярославль, Россия

РЕЗЮМЕ: Проанализировано содержание токсических элементов в волосах взрослых сельских жителей округа Мименсингх Народной Республики Бангладеш в зависимости от пола. В исследовании участвовали 119 человек в возрасте от 18 до 80 лет. Обнаружено относительно повышенное абсолютное содержание бериллия и ртути в волосах обследованных людей. Накопления кадмия у мужчин и свинца у женщин не было отмечено. Также обнаружено умеренно повышенное содержание мышьяка в волосах бенгальцев: вопреки результатам многих исследований на основе данной работы сложно говорить о значительном повышении риска арсеноза среди жителей округа Мименсингх. По сравнению с жителями Южного федерального округа России у жителей Народной Республики Бангладеш значительно реже встречается накопление в волосах свинца, кадмия (только у мужчин), чаще – избыток мышьяка и особенно бериллия, ртути, что, вероятно, обусловлено большими различиями в питании и эколого-геохимическими особенностями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: волосы, взрослые, Бангладеш, мышьяк, бериллий, кадмий, ртуть, свинец.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что заболевания, метаболические расстройства, интоксикации отражаются на содержании химических элементов в организме человека (Авцын и др., 1991; Оберлис и др., 2008). Определение элементного статуса возможно посредством анализа таких биологических субстратов, как кровь, моча, волосы и др., каждый из которых обладает определенной информативностью (Борисова и др., 2008).

Согласно современным представлениям, волосы отражают элементный статус за длительный период времени. В волосах можно проследить изменение содержания того или иного эссенциального или токсического элемента, возникающее при длительном воздействии определенных факторов, специфических для конкретных регионов, в том числе окружающей среды.

Установлено, что волосы людей, проживающих в разных странах, различаются по своему химическому составу. Это обусловлено различным содержанием химических элементов в питьевой воде, продуктах питания; также большое влияние оказывают климат, биогеохимические, социальные, профессиональные и физиологические факторы (Афтанас и др., 2010).

Голод, некачественное питание, неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия проживания, загрязненность окружающей среды – все эти факторы отрицательно влияют на здоровье населения целых регионов и стран. Одной из стран, где указанные факторы особо распространены, является Народная Республика Бангладеш (далее – Бангладеш) (Ali et al., 1997; Husain et al., 1980; Choudhury et al., 2013).

В литературе имеются работы, посвященные изучению состава воды, пищевых продуктов, экологической обстановки в Бангладеш (Morshed et al., 2012), однако подробная оценка элементного статуса населения с помощью многоэлементного анализа волос до настоящего времени не проводилась.

Цель исследования – определение содержания химических элементов в волосах взрослых жителей Бангладеш и изучение зависимости данных показателей от половой принадлежности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Волосы для анализа длиной 2–4 см были сострижены с нескольких (3–5) участков затылочной части головы, масса одной пробы – около 100 мг. Пробы были очищены и обезжирены помещением в ацетон и оставлены до высыхания в сушильном

* Адрес для переписки:

Скальная Анастасия Анатольевна
E-mail: skalnaya_a@mail.ru

шкафу. Очищенные волосы (каждая проба в своём бюксе) залили 5 мл концентрированной азотной кислоты, затем подвергли мокрому озолению под влиянием микроволнового разложения (SpeedWave four, «Berghof», ФРГ). Полученный раствор доводили бидистиллятом до объема 15 мл. Для определения содержания химических элементов использовали прибор масс-спектрального анализа с индуктивно связанной аргоновой плазмой (NexION 300D, «Perkin Elmer», США).

Подготовка и анализ образцов проводились в соответствии со стандартным методом (Скальный и др., 2009).

Для оценки степени отклонений от нормы в содержании химических элементов в волосах были использованы показатели биологически допустимых уровней (БДУ) содержания химических элементов в волосах, принятые в АНО «Центр биотической медицины» (Москва). Данные представлены в табл. 1.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием непараметрических методов (расчет центильных интервалов, критерий Манна–Уитни) с помощью пакета программ Statistica.

Настоящее исследование было проведено в начале апреля 2014 г. в рамках трехлетней программы Rotary Club по гуманитарной поддержке и образовательной помощи округу Мименсингх на севере Бангладеш.

Всего было обследовано 119 человек в возрасте от 18 до 80 лет, из них – 42 мужчины и 77 женщин.

Контингент жителей относится к бедным слоям населения с низким уровнем дохода. Среди обследованных значительное число составляют лица, придерживающиеся вегетарианства (в основном женщины). Основная профессия исследуемого взрослого мужского населения – фермерство. Уровень личной гигиены достаточно низкий, о чём свидетельствует высокое распространение грибковых инфекций кожи и паразитарных кишечных инфекций.

На момент обследования все люди были в удовлетворительном (вне обострений хрониче-

ских заболеваний) состоянии, несмотря на то, что часть из них находилась в местном госпитале на амбулаторном лечении.

Исследованный контингент отличается практически полным отсутствием вредных привычек (табакокурение, употребление алкоголя, жевание бетеля – в четырех случаях среди мужчин и в двух случаях среди женщин).

Исследование проводилось по таким токсическим элементам, как мышьяк (As), бериллий (Be), кадмий (Cd), ртуть (Hg), свинец (Pb); результаты сравнивали с референтными значениями, установленными для жителей Российской Федерации (Афтанас и др., 2014).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Как следует из данных, представленных в табл. 2 и 3, в волосах взрослых жителей округа Мименсингх (Бангладеш) наиболее часто встречается превышение верхних уровней содержания ртути и бериллия, тогда как частота превышения уровня нормы по свинцу, принятой в РФ (Афтанас и др., 2012), незначительна. Например, у жителей Южного федерального округа (ЮФО) РФ частота избыточного накопления ртути в волосах у женщин равна 5,35%, а у мужчин – 9,98%, что ниже данных, полученных в Бангладеш (19,48% и 19,05% соответственно). Особенно заметны отличия бенгальцев по содержанию в волосах бериллия (15,58% у женщин и 26,19% у мужчин) по сравнению с 0,05% и 0,16% соответственно в аналогичных группах жителей ЮФО РФ. Относительно содержания свинца в волосах наблюдается обратная картина: среди всех обследованных женщин не было выявлено ни одного случая избыточного накопления в волосах свинца, у мужчин этот показатель был равен всего 4,76%, что существенно ниже распространенности риска сатурнизма среди взрослых жителей ЮФО РФ, где показатель превышения нормы на 9,32% среди женщин и 23,03% среди мужчин свидетельствует о накоплении свинца в волосах.

Интересные данные получены по кадмию. Не было обнаружено ни одного случая избыточного накопления его в волосах бенгальских мужчин (у мужчин ЮФО РФ – 8,52%), тогда как почти 11,69% обследованных женщин продемонстрировали повышенное накопление этого токсиканта в волосах, что близко к данным, полученным в ЮФО РФ (8,9% у женщин). Было установлено, что частота избыточного накопления мышьяка в волосах взрослых бенгальцев (5,19% – женщины и 11,9% – мужчины) многократно выше, чем у россиян ЮФО (0,32% и 0,63% соответственно). Эти данные согласуются с результатами многих исследователей, отмечавших повышенный риск арсеноза у населения как важную проблему здравоохранения Народной Республики Бангладеш.

Таблица 1. Верхняя граница «нормального» содержания и БДУ токсичных химических элементов в волосах для взрослых обоих полов, мкг/г

Элемент	Верхняя граница	Уровень токсичности
As	1	2
Be	0,005	Не установлен
Cd	0,25	1
Hg	1	10
Pb	5	9

Таблица 2. Содержание токсичных микроэлементов в волосах женщин Бангладеш

Элемент	Норма, %	Повышено, %	Медиана, мкг/г волос	25 процентиль, мкг/г волос	75 процентиль, мкг/г волос
As	94,81	5,19	0,23	0,13	0,35
Be	84,42	15,58	0,003	0,002	0,004
Cd	88,31	11,69	0,03	0,02	0,06
Hg	80,52	19,48	0,61	0,43	0,89
Pb	100,00	0,00	0,45	0,30	0,64

Таблица 3. Содержание токсичных микроэлементов в волосах мужчин Бангладеш

Элемент	Норма, %	Повышено, %	Медиана, мкг/г волос	25 процентиль, мкг/г волос	75 процентиль, мкг/г волос
As	88,10	11,90	0,18	0,09	0,40
Be	73,81	26,19	0,002	0,001	0,005
Cd	100,00	0,00	0,01	0,006	0,02
Hg	80,95	19,05	0,64	0,36	0,86
Pb	95,24	4,76	0,56	0,30	0,73

Приведенные данные в табл. 2 и 3 согласуются с абсолютными значениями содержания токсикантов в волосах. Так, медиана содержания ртути у бенгальских женщин в 1,2 раза выше, чем у обследованных россиянок из ЮФО (0,51 мкг/г), у мужчин разница составляет 1,1 раза (0,56 мкг/г). По бериллию различия составляют 2 и 1,3 раза у женщин и мужчин соответственно (ЮФО РФ – 0,0015 мкг/г в обоих случаях). Несмотря на то, что риск интоксикации свинцом у российских женщин выше, медиана абсолютных значений свинца в волосах больше у бенгальских женщин в 1,3 раза (0,36 мкг/г у россиянок), при этом медиана содержания свинца в волосах российских мужчин (0,9 мкг/г волос) в 1,6 раза выше по сравнению с бенгальцами. Абсолютное содержание кадмия в волосах мужчин из российской группы сравнения в 3,6 раза выше, чем у бенгальцев (0,036 мкг/г), тогда как у женщин это различие составило 1,6 раза в пользу бенгальских женщин (0,03 против 0,019 мкг/г). Важно отметить, что медианы содержания кадмия в волосах мужчин и женщин из Бангладеш отличаются с высокой степенью достоверности, что соответствует описанным выше различиям между степенью распространенности избыточного содержания кадмия в волосах в этих группах. Медиана содержания мышьяка у женщин из Бангладеш в 5,5 раза выше, чем у российских (0,042 мкг/г), а у мужчин это различие меньше в 2 раза (0,088 мкг/г волос жителей ЮФО РФ).

Полученные данные свидетельствуют, что жители исследованного региона Народной Республики Бангладеш испытывают повышенную нагрузку такими токсическими элементами, как бериллий и ртуть. Судя по литературным данным

(Husain et al., 1980; Ali et al., 1997; Morshed et al., 2012; Choudhury et al., 2013), отличительной чертой бенгальцев является высокое содержание в волосах мышьяка, указывающее на повышенный риск арсеноза у жителей этой страны. Однако в исследовании не было получено каких-то особо значительных результатов по данному параметру. Возможно, в округе Мименсингх условия жизни, питания, уровень загрязненности окружающей среды отличаются от других регионов страны. Известно, что жители РФ по содержанию мышьяка в волосах похожи на представителей других европейских стран и США (Калетина и др., 2008; Афтанас и др., 2011), и только в некоторых индустриальных районах России арсеноз представляет реальную угрозу как предпосылка к повышению онкозаболеваемости, с преимущественным поражением легких, печени и кожи (Скальная и др., 2001; Калетин и др., 2009).

Считается, что повышенное содержание мышьяка у жителей Бангладеш обусловлено высоким содержанием этого токсиканта в воде и других объектах окружающей среды. Результаты исследования показали, что бенгальцы также подвержены повышенному риску интоксикации ртутью и бериллием, тогда как уровень нагрузки кадмием у бенгальских женщин близок к данным по выборке из ЮФО РФ и уровень нагрузки свинцом ниже, чем в выбранной нами в качестве группы сравнения популяции взрослых жителей ЮФО РФ. Это может быть обусловлено более низким уровнем автомобилизации, развития металлургии, машиностроения и других загрязняющих окружающую среду производств.

ВЫВОДЫ

1. Взрослые жители округа Мименсингх Народной Республики Бангладеш испытывают повышенную нагрузку ртутью, бериллием, мышьяком (только у мужчин) и кадмием (только у женщин).
2. Это повышает риск новообразований кожи, печени (As), легких (As, Be), нарушения функций мочевыделительной системы (Hg, Cd у женщин), центральной нервной системы (Hg) и других патологических состояний. При этом нагрузка свинцом минимальна.
3. Улучшение качества окружающей среды, питьевой воды и питания является актуальной задачей для местного здравоохранения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают свою благодарность Rotary Club (г. Тайбэй, Тайвань) и лично доктору Wu Cheng-Chi за организацию медицинской экспедиции в Бангладеш, врачам и волонтерам за помощь в сборе биопроб и проведении интервью с пациентами.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.

(Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S. [Human microelementoses: etiology, classification, organopathology]. Moscow: Meditsina, 1991 [in Russ]).

Афтанас Л.И., Бонитенко Е.Ю., Вареник В.И., Грабеклис А.Р., Киселев М.Ф., Лакарова Е.В., Нечипоренко С.П., Николаев В.А., Скальный А.В., Скальная М.Г. Элементный статус населения России. Ч. 1. Общие вопросы и современные методические подходы к оценке элементного статуса индивидуума и популяции. Под ред. А.В.Скального, М.Ф. Киселева. СПб.: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2010. 416 с.

(Aftanas L.I., Bonitenko E.Yu., Varenik V.I., Grabeklis A.R., Kiselev M.F., Lakarova E.V., Nechiporenko S.P., Nikolaev V.A., Skalny A.V., Skalnaya M.G. [Element status of the population of Russia. Part 1. General questions and modern methodological approaches to the assessment of the elemental status of individuals and populations]. Ed. by A.V. Skalny, M.F. Kiselev. Saint Petersburg, 2010 [in Russ]).

Афтанас Л.И., Березкина Е.С., Бонитенко Е.Ю., Вареник В.И., Горбачев А.Л., Грабеклис А.Р., Демидов В.А., Киселев М.Ф., Николаев В.А., Скальный А.В., Скальная М.Г., Юрасов В.В. Элементный статус населения России. Ч. 2. Элементный статус населения Центрального федерального округа. Под ред. А.В. Скального, М.Ф. Киселева. СПб.: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2011. 544 с.

(Aftanas L.I., Berezkina E.S., Bonitenko E.Yu., Varenik V.I., Gorbachev A.L., Grabeklis A.R., Demidov V.A., Kiselev M.F., Nikolaev V.A., Skalny A.V., Skalnaya M.G.,

Yurasov V.V. [Element status of the population of Russia. Part 2. Element status of population of the Central Federal District]. Ed. by A.V. Skalny, M.F. Kiselev. Saint Petersburg, 2011 [in Russ]).

Афтанас Л.И., Березкина Е.С., Бонитенко Е.Ю., Вареник В.И., Горбачев А.Л., Грабеклис А.Р., Демидов В.А., Киселев М.Ф., Николаев В.А., Скальный А.В., Скальная М.Г., Юрасов В.В. Элементный статус населения России. Ч. 3. Элементный статус населения Северо-Западного, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Под ред. А.В. Скального, М.Ф. Киселева. СПб.: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2012. 544 с.

(Aftanas L.I., Berezkina E.S., Bonitenko E.Yu., Varenik V.I., Gorbachev A.L., Grabeklis A.R., Demidov V.A., Kiselev M.F., Nikolaev V.A., Skalny A.V., Skalnaya M.G., Yurasov V.V. [Element status of the population of Russia. Part 3. Element status of population of the North-West, South and North-Caucasian Federal Districts]. Ed. by A.V. Skalny, M.F. Kiselev. Saint Petersburg, 2012 [in Russ]).

Афтанас Л.И., Березкина Е.С., Бонитенко Е.Ю., Вареник В.И., Горбачев А.Л., Грабеклис А.Р., Демидов В.А., Киселев М.Ф., Николаев В.А., Скальный А.В., Скальная М.Г., Юрасов В.В. Элементный статус населения России. Ч. 5. Элементный статус населения Сибирского и Дальневосточного федеральных округов. Под ред. А.В. Скального, М.Ф. Киселева. СПб.: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2014. 544 с.

(Aftanas L.I., Berezkina E.S., Bonitenko E.Yu., Varenik V.I., Gorbachev A.L., Grabeklis A.R., Demidov V.A., Kiselev M.F., Nikolaev V.A., Skalny A.V., Skalnaya M.G., Yurasov V.V. [Element status of the population of Russia. Part 2. Element status of the population of the Siberian and Far Eastern Federal Districts]. Ed. by A.V. Skalny, M.F. Kiselev. Saint Petersburg, 2014 [in Russ]).

Борисова Е.Я., Иванова Г.Ф., Калетина Н.И., Мишихин В.А., Симонов Е.А., Скальная М.Г., Скальный А.В., Смирнов А.В., Чукарин А.В. Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов: учебное пособие. Под ред. Н.И. Калетиной. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 1016 с.

(Borisova E.Ya., Ivanova G.F., Kaletina N.I., Mishchihin V.A., Simonov E.A., Skalnaya M.G., Skalny A.V., Smirnov A.V., Chukarin A.V. [Toxicological chemistry. metabolism and analysis of toxicants: a training manual]. Ed. by N.I. Kaletina. Moscow, 2008 [in Russ]).

Калетин Г.И., Калетина Н.И., Павловская Н.А., Скальный А.В., Лакарова Е.В. Однонаправленность нарушения элементного статуса у рабочих, контактирующих с соединениями мышьяка, и лиц, страдающих онкологическими заболеваниями. Медицина труда и промышленная экология. 2009. № 10. С. 6–13.

(Kaletin G.I., Kaletina N.I., Pavlovskaya N.A., Skalny A.V., Lakarova E.V. [Unidirectional disturbances in elemental status of workers contacted with arsenic compounds and oncological patients]. Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya. 2009, 10:6–13 [in Russ]).

Калетина Н.И., Калетин Г.И., Павловская Н., Скальный А.В. Дисбаланс элементов при поступлении в организм высоких уровней мышьяка как прогностический фактор. Вестник восстановительной медицины. 2008. № 5. С. 34–38.

(Kaletina N.I., Kaletin G.I., Pavlovskaya N., Skalny A.V. [Imbalance of elements in the body at high intake of arsenic as a prognostic factor]. Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny. 2008, 5:34–38 [in Russ]).

Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб.: Наука, 2008. 544 с.

(Oberleas D., Harland B., Skalny A. [Biological role of macro- and trace elements in humans and animals]. Saint Petersburg: Nauka, 2008 [in Russ]).

Скальная М.Г., Скальный А.В., Демидов В.А. Зависимость повышенной онкологической заболеваемости от избыточного содержания мышьяка и других токсичных химических элементов в окружающей среде. Микроэлементы в медицине. 2001. Т. 2. № 1. С. 32–35.

(Skalnaya M.G., Skalny A.V., Demidov V.A. [Dependence of increased oncological morbidity on excess arsenic and other toxic chemical elements in the environment]. Trace Elements in Medicine (Moscow). 2001, 2(1):32–35 [in Russ]).

Скальный А.В., Лакарова Е.В., Кузнецов В.В., Скальная М.Г. Аналитические методы в биоэлементологии. СПб.: Наука, 2009. 264 с.

(Skalny A.V., Lakarova E.V., Kuznetsov V.V., Skalnaya M.G. [Analytical methods in bioelementology]. Saint Petersburg, 2009 [in Russ]).

Ali M., Khan A.H., Wahiduzzaman A.K.M., Malek M.A. Trace element concentration in hair of Bangladesh children under normal and malnutrition conditions. J Radioanal Nucl Chem. 1997, 219(1):81–87.

Choudhury T.R., Ali M., Rahin S.A., Ali M.P. Trace elements in the hair of normal and chronic arsenism people. Global Advanced Research Journal of Environmental Science and Toxicology. 2013, 2(7):163–173.

Husain M., Khaliqzaman M., Abdullah M., Ahmed I., Khan A.H. Trace element concentration in hair of the Bangladeshi population. International Journal of Applied Radiation and Isotopes. 1980, 31:527–533.

Morshed A.H.M.M., Farukh M.A., Sattar M.A. Heavy metal contamination in farm and urban soil in Mymensingh. Journal of Environmental Science and Natural Resources. 2012, 5(2):81–84.

Skalny A.V., Demidov V.A. Macro- and trace elements hair levels in East European population. Trace Elements in Medicine (Moscow). 2003, 4(3):57–62.

HAIR CONTENT OF TRACE ELEMENTS IN ADULT POPULATION OF MYMENSINGH DISTRICT, PEOPLES REPUBLIC OF BANGLADESH COMMUNICATION 1: TOXIC ELEMENTS (As, Be, Cd, Hg, Pb)

O.A. Skalnaya¹, A.A. Skalnaya², V.A. Demidov³, N.G. Zhivaev⁴

¹ National Taiwan University, sec. 4, Roosevelt Rd., Taipei, Taiwan (R.O.C.)

² M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosovskiy prosp., d. 31, k. 5, 119192, Moscow, Russia

³ ANO Center for Biotic Medicine, Zemlyanoy Val str. 46, Moscow 105064, Russia

⁴ P.G. Demidov Yaroslavl State University, Sovetskaya str. 14, Yaroslavl 150000, Russia; e-mail: skalnaya_a@mail.ru

ABSTRACT: In this study the data of hair element content in citizens of the Republic of Bangladesh are presented. Also the dependence of these parameters on age and sex are investigated. In frame of a program of humanitarian and educational assistance to district Mymensingh in the north of the Republic of Bangladesh, organized by the Taipei Rotary Club, totally 119 individuals 18–80 years old were examined. Among them 42 were males and 77 were females. In hair of adults from district Mymensingh (Bangladesh) we have found that excess of the hair mercury (19.48% in females, 19.05% in males) and beryllium (15.58% and 26.19% respectively) levels occurs most frequently, but such excess of lead (0% and 4.76% respectively) is minor. We have also found excessive accumulation of cadmium in hair of almost 12% examined women and no any case among men. The frequent excess of arsenic content in Bengali adults' hair (5.2% in females, 11.9% in males) is much higher than in adults' hair from South Federal District of Russia (0.32% and 0.63%). This data is in opposite to results of many researchers who have mentioned about very high risk of arsenosis in population as an important problem of public health of the Republic of Bangladesh, suggesting only the moderate arsenic over-accumulation in adults from Mymensingh district.

KEYWORDS: hair, adults, Bangladesh, arsenic, beryllium, cadmium, mercury, lead.