

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ЭЛЕМЕНТНЫЕ МАРКЕРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ СВИНЦА И КАДМИЯ У НЕКОРЕННОГО И КОРЕННОГО НАСЕЛЕНИЯ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Л.Н. Бикбулатова, В.И. Корчин, Т.Я. Корчина

Ханты-Мансийская государственная медицинская академия,
ул. Мира, д. 40, 628011, г. Ханты-Мансийск, Россия

РЕЗЮМЕ. Ямало-Ненецкий автономный округ (север Тюменской области), входит в Арктическую зону Российской Федерации и является местом проживания коренного (ненцы, селькупы, ханты и др.) и некоренного (большой частью славянские народы) населения. Мощная промышленность российской Арктики включает в себя нефтегазовый комплекс, золотодобычу и цветную металлургию. Человек – одно из звеньев пищевой цепи, получает химические элементы с водой и пищей, что является одной из причин поступления токсичных химических элементов, в частности свинца и кадмия, в организм в результате загрязнения среды обитания. Цель работы – проведение сравнительной оценки интоксикации свинца и кадмия некоренного и аборигенного населения Ямало-Ненецкого автономного округа. Обследовано 173 взрослых жителя ЯНАО: группа некоренного населения, более 10 лет проживающего на Севере, – 92 человека, 40 (43,5%) мужчин и 52 (56,5%) женщины; группа коренного населения – 81 человек: 33(40,7%) мужчин и 48(59,3%) женщин (38,3±9,6 лет). Содержание химических элементов в волосах определяли с использованием методов АСП-ИСП и МС-ИСП. Установлено, что средние величины содержания токсикантов в волосах у взрослого аборигенного населения ЯНАО превышали аналогичные показатели у некоренных жителей: кадмия – в 1,7 раза ($p = 0,030$) в сочетании с незначительным превышением свинца; показатели обеспеченности организма кальцием почти в 1,6 раза оказались выше в группе взрослых некоренных жителей Севера ($p < 0,001$) по сравнению с подобными значениями в группе аборигенов; превышение референтных величин как свинца, так и кадмия среди взрослых аборигенов ЯНАО наблюдался более чем в 2 раза чаще, независимо от гендерных различий; у мужчин аборигенов соотношение биоэлементов к своим функциональным антагонистам оказалось значимо лучше аналогичных показателей в группе некоренных жителей: по свинцу более чем в 1,6, а по кадмию – более чем в 8 раз.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: северный регион, токсичные и эссенциальные химические элементы, коренное и некоренное население Севера.

ВВЕДЕНИЕ

Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО), входящий в состав Тюменской области, является частью Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ). Практически половина его территории находится за северным полярным кругом. На территории округа постоянно проживают коренные жители: ненцы, селькупы, ханты, кумыки, зыряне, ногайцы и др., а также некоренные, в числе которых большинство составляют русские, украинцы, белорусы и др.

На состояние здоровья населения ЯНАО выраженное воздействие оказывают климатогеографические (близость Северного Ледовитого океана), социальные и гигиенические факторы (Корчин, Корчина, 2021). Кроме того, природные воды АЗРФ, в том числе и ЯНАО, являются маломинерализованными с крайне низкими показателями содержания кальция (Ca) и магния (Mg) (Ковшов и др., 2019). Доказано важнейшее значение питьевой воды как важнейшего источника поступления в организм человека жизненно важ-

* Адрес для переписки:
Корчина Татьяна Яковлевна
E-mail: t.korchina@mail.ru

ных легко всасываемых двухвалентных ионов. Одно из звеньев пищевой цепочки – человек, он получает химические элементы с водой и пищей с учетом уникальных причинно-следственных взаимосвязей (Миняйло и др., 2019).

Установлено, что загрязнение окружающей среды российской Арктики является непосредственной причиной концентрирования в пищевых цепях ряда токсичных химических элементов, в первую очередь, свинца (Pb) и кадмия (Cd) (Хурцилава и др., 2017). С физиологической точки зрения Pb и Cd представляют интерес в качестве токсикантов, крайне опасных для человека и животных. При этом коренные малочисленные народы Севера относятся к числу групп населения, которые являются наиболее чувствительными к перманентному воздействию даже незначительных доз токсичных химических элементов (Агбалян, Колесников, 2018).

Важно отметить, что быстрый темп развития нефтегазовых предприятий в сочетании с неудовлетворительным выполнением природоохранительных действий спровоцировали резкое ухудшение экологической обстановки в округе. Универсальный метод оценки воздействия факторов среды обитания на население определенной местности – это спецификация пространственно-временной совокупности детерминант окружающей среды на территориях проживания и оценка состояния здоровья проживающего там населения.

Известно, что волосы накапливают химические элементы длительное время (месяцы и даже годы) и могут служить отражением процессов долговременно совершающимися в организме человека. В этой связи они могут являться одним из диагностических показателем сопряженных с нарушениями обмена химических элементов заболеваний (Радыш, Скальный, 2015; Skalny et al., 2017; MotciloVIC, 2018; Skalnaya, Skalny, 2018).

Распространенность техногенных микроэлементозов – актуальная проблема настоящего времени. Доказано, что вблизи от предприятий промышленного производства формируются области с более высоким содержанием токсикантов, крайне негативно влияющих на здоровье и жизнь проживающих на данной территории людей. При этом, благодаря водному и воздушному переносу токсикантов, становится возможным загрязнение территорий, значительно отдаленных от очага загрязнения (трансгрессивные микроэлементозы по А.П. Авцыну с соавт., 1991) (Авцын и др., 1991). Помимо этого, токсичные

химические элементы со стоками промышленных вод с предприятий, из воздуха, из защищающих днище судов лакокрасочной облицовки и другими путями (Корчина, 2009). В крупных центрах промышленного производства среда обитания загрязнена большим количеством химических агентов, из которых Pb и Cd являются наиболее опасными.

Ц е л ь р а б о т ы – сравнительная оценка интоксикации свинцом и кадмием некоренного и аборигенного населения Ямало-Ненецкого автономного округа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 173 жителя ЯНАО: 1-я группа – некоренное население, 92 чел., в том числе 40 (43,5%) мужчин и 52 (56,5%) женщины, длительное время работающие в северном регионе; 2-я группа – коренное население, 81 чел., в том числе 33 (40,7%) мужчин и 48 (59,3%) женщин. Средний возраст $38,3 \pm 9,6$ лет.

В волосах пациентов изучали содержание: свинца, кадмия, кальция и цинка методами АЭС-ИСП и МС-ИСП в соответствии с МУК 4.1.1482 – 03, МУК 4.1.1483 – 03 в ЦБМ (Москва) с применением спектрометра Optima 2000 DV (PerkinElmer, США) и ELAN 9000 (PerkinElmer-SCIEX, Канада). Полученные результаты сравнивали с референтными показателями (Скальный, 2003).

Статистическую оценку результатов исследования проводили с применением программы Statistica 13.0. Ввиду отсутствия параметрического распределения полученных данных результаты исследования представлены в виде медианы (Me) и перцентильных интервалов (25–75). Статистическую значимость различий между группами высчитывали с использованием непараметрического *U*-критерия Манна–Уитни. Показатели считали достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основополагающий государственный интерес России в Арктике – ее эксплуатация в роли долгосрочной энергоресурсной базы, обеспечивающей разрешение проблем экономико-социологического продвижения страны. В АЗРФ сформирована сверхмощная промышленность, которая по масштабам экономической деятельности значительно превосходит параметры остальных приполярных государств. Дальнейшее совершенствование промышленного производства в Рос-

сийской Арктике предполагает присутствие людей в наиболее дискомфортных во всех отношениях регионах Севера. При этом показатели здоровья трудящихся могут играть роль ограничительного фактора дальнейшего роста эффективности производственной деятельности. Это предопределяет последующее изучение последствий пребывания человека в дискомфортных условиях, связанных с изменением его функционального состояния (Корчин и др., 2021).

В табл. 1 представлены результаты изучения концентрации токсичных химических элементов Pb и Cd, а также их функциональных антагонистов – эссенциальных микроэлементов Ca и Zn в волосах обследованных лиц из числа взрослого населения ЯНАО. Установлено достоверно более высокое содержание Cd ($p = 0,030$) в биосубстратах аборигенов ЯНАО, при этом средние показатели концентрации Pb также превышали

аналогичные величины у некоренного населения округа, однако без достоверных различий. В лучае содержания Cd и Pb установлено более чем 2-кратное превышение избыточного накопления токсикантов в волосах аборигенов по сравнению с группой пришлых жителей ЯНАО (табл. 1).

Средние показатели содержания в волосах Ca соответствовали физиологически оптимальным значениям, но находились ближе к нижней границе с достоверно более высокими показателями в группе некоренного населения, сравнительно с коренным ($p < 0,001$).

Средние значения концентрации Zn в волосах представителей обеих групп взрослого населения ЯНАО находились в диапазоне референтных величин, но были выше в группе некоренного населения Севера сравнительно с аборигенным. Однако статистически значимых различий обнаружено не было (табл. 1).

Таблица 1. Содержание свинца, кадмия, кальция и цинка в волосах у взрослого населения Ямало-Ненецкого автономного округа, мкг/г

Химический элемент	Взрослое население ЯНАО ($n = 173$)						p
	Некоренное население ($n = 92$)			Коренное население ($n = 81$)			
	$M \pm m$	Me	25↔75	$M \pm m$	Me	25↔75	
Pb	1,19±0,46	1,15	0,48↔1,55	1,32±0,36	1,26	0,34↔1,66	0,827
Cd	0,09±0,02	0,08	0,03↔0,15	0,15±0,017	0,14	0,08↔0,21	0,030
Ca	792±69,2	784	323↔1248	506±31,5	452	294↔612	<0,001
Zn	167,2±14,0	165	134↔198	158±12,8	156	109↔204	0,632

Таблица 2. Сравнительные показатели интоксикации свинцом и кадмием представителей коренного и некоренного населения Ямало-ненецкого автономного округа, %

Химический элемент	Взрослое население ЯНАО ($n = 173$)			
	Некоренное население ($n = 92$)		Коренное население ($n = 81$)	
	Мужчины ($n = 40$)	Женщины ($n = 52$)	Мужчины ($n = 33$)	Женщины ($n = 48$)
Pb↑	10	–	21,2	2,1
Cd↑	15	1,9	36,4	2,1
Ca/Pb↓	7,5	–	12,1	–
Zn/Cd↓	5	3,8	42,4	8,3

При сопоставлении взаимосвязи обследованных лиц с повышенным содержанием токсичных химических элементов в волосах обращает на себя внимание значительное доминирование среди них представителей аборигенного населения ЯНАО над некоренным населением в обеих гендерных подгруппах (табл. 2).

Доказано, что самостоятельно даже повышенное содержание токсических химических элементов в биосубстратах человека, в том числе в волосах, не являются свидетельством нарушений его здоровья, а лишь показывают вероятность развития патологических процессов и заболеваний в связи с неблагоприятным воздействием среды обитания (Рахманин, Михайлова, 2014).

Степень вероятного аккумуляирования в организме человека токсичных химических элементов тесно связана с особенностями его биохимических систем. Исследуя соотношения экотоксикантов и их биоэлементов-антагонистов, возможно установление степени участия токсикантов в качестве причины расстройства метаболических реакций, которые контролируются определенными биоэлементами (Krupka, Puczkowski, 2004; Скальный, 2018).

Пропорция между жизненно важными и токсичными химическими элементами расценивается как нормальная в случае превышения установленной величины ($Zn / Cd - 500$; $Ca / Pb - 100$). Напротив, при понижении значения данных коэффициентов выявляется преобладающее воздействие токсиканта на обмен биоэлемента, находящегося в антагонизме с последним (Krupka, Puczkowski, 2004).

Обращает на себя внимание самая высокая нагрузка токсичными химическими элементами в подгруппе мужчин-аборигенов Севера. При этом и в подгруппе женщин из числа коренного населения ЯНАО также показатели накопления токсикантов выше чем в подгруппе женщин некоренного населения Севера (табл. 2). По нашему мнению, существует ряд обстоятельств, которые способствуют повышенной концентрации токсикантов в биосубстратах аборигенов ЯНАО.

1. Воздушный и водный перенос токсикантов предопределяет загрязнение значительно удаленных территорий (Авцын и др., 1991).

2. Наибольшая часть загрязнений экосистем связана с нефтью и её производными: примерно 2% от всей извлеченной из недр нефти проникает в окружающую среду, загрязняя почву и природные воды, приводя к трансформированию жи-

вотного и растительного мира. Входящий в состав нефтяных кислот Pb, совместно с другими токсичными составляющими нефти, поступает с водой и пищей в организм человека, аккумулируется и может спровоцировать у людей значительные нарушения здоровья.

Коренные жители ЯНАО в качестве питьевой используют подземную воду (колодцы, родники, скважины) и поверхностную воду (реки, озера, заводи, протоки и т.д.). Главные реки Западной Сибири – Обь и Иртыш аккумулируют стоки и смывы с территорий Западной Сибири, Урала, Средней Азии и пр. В данных регионах производится сбрасывание сточных вод из предприятий нефтегазовой, нефтяной, химической, угледобывающей, металлургической промышленности, а также сельского хозяйства и хозяйственно-бытового сектора, загрязнённых токсичными химическими элементами.

3. Буровые нефтяные скважины устанавливаются, как правило, отдаленно от крупных населенных пунктов, но без учета местонахождения множества мелких и малолюдных поселений аборигенов ЯНАО. В непосредственной близости от буровых установок, а также в местах сосредоточения значительного количества транспортных средств наблюдается выраженная контаминация воздуха продуктами горения. Негативное воздействие буровой установки обнаруживается в радиусе более 2 км. Находящиеся в выхлопных газах токсичные химические элементы, в том числе Pb, Cd и др., попадают на почву, оттуда в растения, а с растительной пищей – в организм северных животных (олень, лось), а от них – к человеку (Здоровье населения ЯНАО, 2006).

4. Примерно пятая часть добытого попутного нефтяного газа подвергается сжиганию на факелах. Данный процесс сопровождается образованием сажи, в которой присутствуют токсичные химические элементы, оседающие на земле и загрязняющие ее. Доказано, что большая часть Pb и Cd оседает на лиственной подстилке, то есть на поверхности почвенного покрова. Установлено, что наибольшее количество токсикантов оседают, как правило, в 100–250 м источника горения (Корчина, 2009).

5. Курение имеет широкую распространенность среди коренных народов Севера (Здоровье населения ЯНАО, 2006). Доказана значительная концентрация Cd в табачном дыме (Скальный, 2018; Tinkov et al., 2018). По результатам нашего исследования, курили 16 (40%) мужчин в группе

некоренного населения ЯНАО и 21 (63,6%) – в группе мужского аборигенного населения. Существенно чаще в группе взрослых аборигенов Севера наблюдались пониженные показатели соотношений Ca/Pb и Zn/Cd, указывающие на преобладающее воздействие токсичного химического элемента над эссенциальным химическим элементом – его антагонистом (см. табл. 2). Это определено как более выраженными низкими показателями содержания Ca ($p < 0,001$) и Zn у взрослых коренных жителей ЯНАО сравнительно с пришлым населением, так и более высокими значениями концентрации в волосах Pb и Cd ($p = 0,030$) у аборигенов в сопоставлении с некоренными жителями Севера (см. табл. 1).

ВЫВОДЫ

1. Средние значения содержания токсичных химических элементов в волосах у взрослого

аборигенного населения ЯНАО превышали аналогичные показатели у некоренных жителей: по кадмию – в 1,7 раза ($p = 0,030$) в сочетании с незначительным превышением по свинцу.

2. Показатели обеспеченности организма кальцием почти в 1,6 раза оказались выше в группе взрослых пришлых жителей Севера ($p < 0,001$) по сравнению с подобными значениями в группе аборигенов.

3. Превышение референтных величин как свинца, так и кадмия среди взрослых аборигенов ЯНАО наблюдался более чем в 2 раза чаще независимо от гендерных различий.

4. У взрослого мужского населения Севера соотношение эссенциальных химических элементов к своим функциональным антагонистам значимо лучше оказалось в группе некоренных жителей: по свинцу более чем в 1,6, а по кадмию – более чем в 8 раз.

ЛИТЕРАТУРА

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органоопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.
- Агбалян Е.В., Колесников Р.А. Динамика потребления основных продуктов питания населением Ямало-Ненецкого автономного округа. Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2018; 4(3): 6–21.
- Здоровье населения Ямало-Ненецкого автономного округа: состояние и перспективы. Под ред. чл.-корр., проф. А.А. Буганова. Омск – Надым, 2006. 809 с.
- Ковшов А.А., Новикова Ю.А., Федоров В.Н., Тихонова Н.А. Оценка рисков нарушений здоровья, связанных с качеством питьевой воды, в городских округах Арктической зоны Российской Федерации. Вестник Уральской медицинской академической науки. 2019; 16(2): 215–222. DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-215-222.
- Корчин В.И., Корчина Т.Я., Бикбулатова Л.Н., Терникова Е.М., Лапенко В.В. Влияние климатогеографических факторов Ямало-Ненецкого автономного округа на здоровье населения. Журнал медико-биологических исследований. 2021; 21(1): 77–88. DOI: 10.37482/2687-1491-Z046.
- Корчина Т.Я. Системный анализ параметров вектора состояния организма человека, проживающего в условиях урбанизированного Севера (на примере ХМАО-Югры): Дисс. ... докт. мед. наук. Сургут: СурГУ, 2009. 332 с.
- Миняйло Л.А., Корчина Т.Я., Корчин В.И. Корреляционные связи между содержанием химических элементов в волосах у жителей Нягани и Нефтеюганска и их концентрацией в питьевой воде. Медицинская наука и образование Урала. 2019; 3: 19–24.
- Радыш И.В., Скальный А.В. Введение в медицинскую элементологию. Москва: РУДН, 2015. 200 с.
- Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины. Гигиена и санитария. 2014; 93(5): 5–10.
- Скальный А.В. Микроэлементы. Изд. 4-е, переработанное. М.: «Фабрика блокнотов», 2018. 295 с.
- Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС (АНО ЦБМ). Микроэлементы в медицине. 2003; 4(1): 55–56.
- Хурцилава О.Г., Чашин В.П., Мельцер А.В., Дардынская И.В., Ерастова Н.В., Чашин М.В., Дардынский О.А., Базилевская Е.М., Беликова Т.М., Ковшов А.А., Зибарев Е.В. Загрязнение окружающей среды стойкими токсичными веществами и профилактика их вредного воздействия на здоровье коренного населения Арктической зоны Российской Федерации. Гигиена и санитария. 2017; 96(5): 409–414.
- Krupka K., Puczkowski S. Badanie pierwiastkow wlosow. Laboratorium pierwatkow nieznacznej ilosci. Lodz, 2004. 23 p.
- Motcilovic B. On decoding the syntax of the human hair bioelement metabolism. Микроэлементы в медицине. 2018; 18 (2): 54-55.
- Skalnaya M.G., Skalny A.V. Essential trace elements in human health: a physician's view. Publishing House of Tomsk State University. Tomsk. 2018. 224 p.
- Skalny A.V., Radysh I.V., Skalnaya M.G., Tinkov A.A. Introduction to bioelementology: Textbook. M.: RUDN, 2017. 253 p.
- Tinkov A.A., Skalny A.V., Skalnaya M.G., Gritsenko V.A., Cherkasov S.V., Aaseth J. Gut as a target for cadmium toxicity. Environmental Pollution. 2018; 235: 429–434.

ELEMENTAL MARKERS OF THE IMPACT ON THE ORGANISM OF LEAD AND CADMIUM IN THE INDIGENOUS AND INDIGENOUS POPULATION OF THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

L.N. Bikbulatova, V.I. Korchin, T.Ya. Korchina

Khanty-Mansiysk State Medical Academy
Mira str. 40, Khanty-Mansiysk, 628011, Russia

ABSTRACT. The Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (in the north of the Tyumen region), is part of the Arctic zone of the Russian Federation and is the place of residence of the indigenous (nenets, selkups, khanty, etc.) and non-indigenous (mostly slavic peoples) population. The powerful industry in the Russian Arctic includes the oil and gas complex, gold mining and nonferrous metallurgy. A person is one of the links in the food chain, receiving chemical elements with water and food, which is one of the reasons for the intake of toxic chemical elements, in particular Pb and Cd, into the body as a result of environmental pollution. The aim of this work was to carry out a comparative assessment of the Pb and Cd intoxication of the non-indigenous and aboriginal population of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. 173 adult residents of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug were examined: group 1 – non-indigenous population: 92 people, 40 (43,5%) men and 52 (56,5%) women living in the North for more than 10 years. Group 2: indigenous population: 81 people: 33 (40,7%) men and 48 (59,3%) women (38,3 ± 9,6 years). The content of chemical elements in the hair was determined using the ASP-ICP and MS-ICP methods. It was found that the average values of the content of toxicants in the hair of the adult aboriginal population of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug exceeded those of the non-indigenous population: by Cd – 1,7 times ($p = 0,030$) in combination with insignificant Pb; indicators of the body's supply with Ca were almost 1.6 times higher in the group of adult newcomers to the North ($p < 0,001$) compared with similar values in the group of aborigines; the excess of the reference values for both Pb and Cd among adult aborigines of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug was observed more than 2 times more often, regardless of gender differences; in aboriginal men, the ratio of trace elements to their functional antagonists turned out to be significantly better in the group of non-indigenous inhabitants: more than 1.6 times for Pb, and more than 8 times for Cd.

KEYWORDS: northern region, toxic and essential chemical elements, indigenous and non-indigenous population of the North.

REFERENCES

- Agbalyan E.V., Kolesnikov R.A. Dynamics of consumption of basic food products by the population of the Yamalo Nenets Autonomous Okrug. Bulletin of the Tyumen State University. Ecology and nature management. 2018; 4(3): 6–21 [in Russ.].
- Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S. Human microelementosis: etiology, classification, organopathology. M.: Medicine, 1991. 496 p. [in Russ.].
- Health of the population of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug: state and prospects. Ed. Corresponding Member, Prof. A.A. Buganov. Omsk – Nadya, 2006. 809 p. [in Russ.].
- Khurtsilava O.G., Chashchin V.P., Meltser A.V., Dardynskaya I.V., Erastova N.V., Chashchin M.V., Dardynsky O.A., Bazilevskaya E.M., Belikova T. M., Kovshov A.A., Zibarev E.V. Environmental pollution with persistent toxic substances and prevention of their harmful effects on the health of the indigenous population of the Arctic zone of the Russian Federation. Hygiene and sanitation. 2017; 96(5): 409–414 [in Russ.].
- Korchin V.I., Korchina T.Ya., Bikbulatova L.N., Ternikova E.M., Lapenko V.V. Influence of climatic and geographical factors of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug on the health of the population. Journal of Biomedical Research. 2021; 21(1): 77–88. DOI: 10.37482 / 2687-1491-Z046 [in Russ.].
- Korchina T.Ya. System analysis of the parameters of the vector of the state of the human body living in the conditions of the urbanized North (on the example of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra): Diss. ... doct. honey. sciences. Surgut: SurGU, 2009. 332 p. [in Russ.].
- Kovshov A.A., Novikova Yu.A., Fedorov V.N., Tikhonova N.A. Assessment of the risk of health disorders associated with the quality of drinking water in urban districts of the Arctic zone of the Russian Federation. Bulletin of the Ural Medical Academic Science. 2019; 16 (2): 215-222. DOI: 10.22138 / 2500-0918-2019-16-2-215-222 [in Russ.].
- Minyaylo L.A., Korchina T.Ya., Korchin V.I. Correlation links between the content of chemical elements in the hair of residents of Nyagan and Nefteyugansk and their concentration in drinking water. Medical science and education of the Urals. 2019; 3: 19–24 [in Russ.].

- Radysh I.V., Skalny A.V. Introduction to medical elementology. Moscow: RUDN, 2015. 200 p. [in Russ.].
- Rakhmanin Yu.A., Mikhailova R.I. Environment and Health: Priorities for Preventive Medicine. Hygiene and sanitation. 2014; 93 (5): 5–10 [in Russ.].
- Skalny A.V. Reference values of the concentration of chemical elements in the hair obtained by the ISP-AES (ANO CBM). Trace elements in medicine. 2003; 4(1): 55–56 [in Russ.].
- Skalny A.V. Trace Elements. Ed. 4, revised. M.: «Notebook Factory», 2018. 295 p. [in Russ.].
- Krupka K., Puczkowski S. Badanie pierwiastkow wlosow. Laboratorium pierwatkow nieznaczej ilosci. Lodz, 2004. 23 p.
- Motcilovic B. On decoding the syntax of the human hair bioelement metabolism. Микроэлементы в медицине. 2018; 18(2): 54–55.
- Skalnaya M.G., Skalny A.V. Essential trace elements in human health: a physician's view. Publishing House of Tomsk State University. Tomsk. 2018. 224 p.
- Skalny A.V., Radysh I.V., Skalnaya M.G., Tinkov A.A. Introduction to bioelementology: Textbook. M.: RUDN, 2017. 253 p.
- Tinkov A.A., Skalny A.V., Skalnaya M.G., Gritsenko V.A., Cherkasov S.V., Aaseth J. Gut as a target for cadmium toxicity. Environmental Pollution. 2018; 235: 429–434.

Уважаемые коллеги и друзья ISTERH!

ISTERH-14 будет проводиться совместно с ICTEM в Ахене, Германия, 5-10 июня 2022 года. Это будет личное собрание, соблюдающее местные правила COVID, действующие на момент проведения встречи. Тема конференции ISTERH-14 - «Микроэлементы в здоровье и болезнях человека: от лабораторных исследований до клинических исследований». Основываясь на успешных конференциях ISTERH в Анталии, Турция (2011 г.), Токио, Япония (2013 г.), Дубровнике, Хорватия (2015 г.), Санкт-Петербурге, Россия (2017 г.) и Бали, Индонезия (2019 г.), предстоящий ISTERH-14 будет в историческом городе Аахен, Германия, который предлагает прекрасные возможности для изучения древней европейской истории, изучения исследовательских идей и получения удовольствия от общения с коллегами внутри и за пределами сообщества ISTERH.

Мы приветствуем предложения о проведении симпозиумов по широкому кругу научных тем. Некоторые предложения включают (но не ограничиваются ими):

- Микроэлементы и COVID-19
- Транспорт и метаболизм микроэлементов в организме млекопитающих.
- Митохондриальные механизмы токсичности металлов
- Достижения в области биоинформатических методов для механистического понимания воздействия металлов на здоровье.
- Психиатрические проблемы, вызванные воздействием металлов.
- Связь молекулярных и клеточных механизмов с клинической дисфункцией.
- Эпигенетическая модификация как трансгенерационный механизм токсичности металлов
- Продвижение оценки рисков с использованием новых моделей подходов или технологий для устойчивого будущего
- Механизмы, с помощью которых эндокринные нарушения вызывают токсичность металлов
- Эпидемиологические подходы к изучению токсичности, вызванной металлами.
- Металлы в концепции единого здоровья: от экологии, окружающей среды, животных до человека.
- Альтернативные модели заболеваний для нарушений, вызванных металлами.

Крайний срок подачи заявок – 30 ноября 2021 года.

Пожалуйста, отправьте свои предложения д-ру Вэй Чжэн, председателю Научного комитета, по адресу wzheng@purdue.edu.

Вэй Чжэн (председатель Научного комитета ISTERH)

Анатолий Скальный (Президент)

Джон Уайз (избранный вице-президент)

Дэвид Флеминг (секретарь)