

© Корчина Т.Я., Миняйло Л.А., Корчин В.И., 2018

УДК [616-053-07+577.018]-613.34-543.3

## ИЗБЫТОЧНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ МАРГАНЦА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА

Т.Я. Корчина, Л.А. Миняйло, В.И. Корчин

БУ ВО ХМАО-Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия», ул. Мира, 40, г. Ханты-Мансийск, 628011, Россия

*Представлен анализ концентрации Mn в 425 пробах питьевой воды Ханты-Мансийского автономного округа: 228 населенных пунктов с качественной очисткой питьевой воды и 197 – с некачественной. Установлено превышение ПДК в большинстве проб воды при ее некачественной очистке. Изучено содержание Mn в волосах 468 взрослых жителей ХМАО. Установлено превышение средних величин концентрации элемента в волосах всех обследованных лиц, достоверно ( $p = 0,005$ ) более высокая концентрация – у жителей населенных пунктов с некачественной очисткой питьевой воды. Избыточное накопление Mn в организме человека, наряду с другими причинами, может потенцировать развитие заболеваний, в основе патогенеза которых лежит окислительный стресс (в первую очередь, сердечно-сосудистых), а также заболеваний щитовидной железы, костно-мышечной системы, железодефицитной анемии и др.*

*Ключевые слова:* марганец, питьевая вода, анализ волос, северный регион.

*T.Ya. Korchina, L.A. Minyaylo, V.I. Korchin* □ **EXCESSIVE CONCENTRATION OF MANGANESE IN DRINKING WATER AND RISK TO THE HEALTH OF THE POPULATION OF THE NORTHERN REGION** □ Khanty-Mansiysk State Medical Academy, 40, Mira str., Khanty-Mansiysk, 628011, Russia.

*An analysis of the concentration of Mn in drinking water samples collected 425 of the Khanty-Mansiysk autonomous region: 228 from localities with high-quality drinking water purification and 198-with poor quality. Overstepping the MPC in most water samples with poor-quality clean it up. Content of Mn in investigated hair 468 adult residents of Khanty-Mansiysk autonomous region. Overstepping the average values of the element concentrations in hair of all those surveyed, significantly ( $p = 0.005$ ) higher among residents of settlements with poor-quality drinking water purification. Excessive accumulation of Mn in human body, along with other factors, can potentiate the development of disease pathogenesis based on oxidative stress (primarily, cardiovascular), as well as thyroid disease, musculoskeletal system, iron deficiency anemia, etc.*

*Key words:* manganese, drinking water, hair analysis, Northern region.

Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) располагается в центральной части Западно-Сибирской низменности, входя в состав Тюменской области. Современный ХМАО по праву гордится своим настоящим: весомым вкладом в экономику страны, мощнейшим топливно-энергетическим комплексом, лесной и рыбной промышленностью, динамично развивающейся городской инфраструктурой и многим другим. В промышленно развитых регионах России особую значимость приобретает качество питьевой воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, оказывающее влияние на состояние здоровья населения. На территории ХМАО только города Сургут и Ханты-Мансийск обеспечены качественной питьевой водой. Подземная вода из артезианских скважин поступает на водочистные сооружения, ее обработка проводится без использования реагентов при помощи ультрафиолетового излучения и обезжелезивания методом «глубокой» аэрации. Во всех остальных населенных пунктах вода из артезианских скважин подвергается лишь обеззараживанию с добавлением гипохлорита кальция [7].

Доказано, что жизнедеятельность человека тесным образом связана с химическим составом среды обитания и содержанием в ней различных макро- и микроэлементов. Марганец (Mn) является эссенциальным микроэлементом, необходимым для осуществления многих функций

в организме, таких как регуляция различных видов метаболизма, в том числе костной и соединительной тканей, свертывание крови, является кофактором для таких ферментов, как трансферазы, гидролазы, лиазы, супероксиддисмутаза, аргиназа, глутаминсинтетаза, участвует в синтезе и обмене нейромедиаторов. Однако при повышенном экзогенном поступлении в организм Mn оказывает токсическое действие, что выражается в развитии негативных эффектов [1, 4, 5]. Данный металл входит в список основных показателей качества воды по требованиям санитарных норм РФ, Всемирной организации здравоохранения, США, Европейского союза, включен в приоритетный список загрязняющих веществ воды и водных объектов, рекомендуемых для систематического контроля (Решение Европарламента и Союза ЕС № 2455/2001/ЕС) [2]. Важно отметить, что в ХМАО к числу приоритетных веществ, загрязняющих питьевую воду, наряду с железом отнесен Mn и его соединения – за счет поступления из подземных вод [7].

Доказано, что химические соединения, поступая в природную среду, включаются в естественные циклы круговорота веществ и способны накапливаться не только в объектах окружающей среды, но и в организме человека. Многочисленными исследованиями установлено наличие прямой корреляционной зависимости между концентрациями химических эле-

ментов в волосах жителей и в питьевой воде территории их проживания [6, 13–15].

**Цель исследования** – изучение концентрации марганца в питьевой воде Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и в волосах его жителей.

**Материалы и методы.** Аккредитованными испытательными лабораторными центрами филиалов федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в ХМАО-Югре» было исследовано 425 проб питьевой воды из разводящей сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в населенных пунктах ХМАО: 228 проб в городах с качественной очисткой питьевой воды (г. Сургут, г. Ханты-Мансийск) и 197 проб – с некачественной очисткой (г. Нефтеюганск, г. Нягань, Сургутский район). Определение химических элементов в пробах воды проводили методом атомно-адсорбционной спектроскопии на спектрометре «КВАНТ – Z.ЭТА-Т» (Россия). Полученные данные сравнивали с предельно допустимыми концентрациями химических веществ в питьевой воде (ПДК) [19].

Обследовано 468 взрослых жителей ХМАО: из них 153 (32,7 %) мужчины и 315 (67,3 %) женщин. В городах с качественной очисткой питьевой воды проживали 256 (54,7 %) обследованных лиц, а в населенных пунктах с некачественной очисткой водопроводной воды – 212 (45,3 %). Средний возраст  $38,3 \pm 8,9$  лет. Настоящее исследование проведено с соблюдением требований биомедицинской этики и сопровождалось добровольно полученным письменным информированным согласием обследуемых лиц [18].

Определение концентрации Mn в волосах проводилось методами атомно-эмиссионной спектроскопии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (ИСП-МС и ИСП-АЭС) на приборах *Optima 200DV* и *ELAN 9000* (Perkin Elmer, США) в Центре биотической медицины (г. Москва) по методике, утвержденной МЗ РФ. Пробоподготовку и анализ образцов проводили в соответствии с требованиями МАГАТЭ, методическими рекомендациями МЗ СССР и ФЦГСЭН МЗ РФ [9]. В качестве стандартного образца волос использовали образец волос производства Шанхайского института ядерной физики АН КНР (Shanghai Institute of Nuclear Research Academia Sinica, China, P.O. Box 8204, Shanghai 201849). Показатели концентрации химических элементов в волосах сравнивали с референтными значениями [20].

Статистическую обработку материала производили с использованием пакета программ *MS Excel* и программы *STATISTICA version 8*. Тип распределения для выборок определяли с помощью критерия Шапиро – Уилка. Для описания количественных данных, имеющих нормальное распределение, использовали среднее арифметическое ( $M$ ), среднее квадратичное отклонение ( $\sigma$ ), минимальное ( $\min$ ) и максимальное ( $\max$ ) значения. Параметры с ненормальным распределением и наличием ряда экстремальных значений представляли и как медиану ( $Me$ ), а в качестве мер рассеивания использовали 25–75 перцентили ( $pc$ ). Достоверность различий изучаемых параметров анализировали с

применением критериев Фишера – Стьюдента для параметрических величин и Манна – Уитни для непараметрических величин: за достоверные принимали различия при значениях  $< 0,05$ .

**Результаты исследования.** Вода играет важную роль в жизни человека, так как обеспечивает все жизненные процессы, протекающие в его организме. Имея большое значение для человека, вода должна быть соответствующего качества, а наличие в ней каких-либо вредных веществ может приводить к развитию ряда заболеваний. В связи с этим исследование химического состава воды представляет собой значительный интерес [10].

Химический состав природных вод является уникальным для конкретной местности, а минеральный состав питьевой воды может быть определяющим фактором элементного состава организма [13, 21]. Марганец стабильно присутствует в подземных водах и в воде открытых водоемов в виде взвешенных и коллоидных частиц [4]. Высокое содержание Mn, очевидно, связано с чрезвычайно высокой способностью таежных растений поглощать этот элемент. Марганец в тайге Западной Сибири среди химических элементов выделяется высокой биогенной активностью. В составе растений Mn находится в растворенной форме и легко освобождается из растительных остатков, образуя повышенные концентрации в поверхностном горизонте почв [22] и, соответственно, в поверхностных и подземных водах.

Причиной повышенного содержания Mn в природных водах ХМАО являются факторы геохимического происхождения. В поверхностные воды Mn поступает в результате выщелачивания железомарганцевых руд и других минералов, содержащих Mn. Известно, что поверхностные воды озера Байкал и реки Енисей характеризуются фоновым содержанием соединений Mn, что указывает на различные гидрохимические обстановки рек и озер Восточно-Сибирской платформы и Западно-Сибирской низменности [10].

По своему действию на организм Mn при поступлении с питьевой водой относится к умеренно опасным веществам (3-й класс опасности) [19]. В табл. 1 представлены результаты изучения концентрации Mn в водопроводной воде населенных пунктов ХМАО с различной очисткой питьевой воды.

Средние величины концентрации Mn в водопроводной воде городов с качественной очисткой питьевой воды оказались достоверно ниже аналогичного показателя проб питьевой воды в населенных пунктах ХМАО с некачественной ее очисткой. При этом в подавляющем большинстве проб водопроводной воды гг. Сургута и Ханты-Мансийска содержание Mn оказалось значительно ниже ПДК – 171 (75,0 %), и только в 18 – 7,9 % проб было зарегистрировано незначительное превышение ПДК (до 2 раз). В то же время во всех остальных населенных пунктах ХМАО с некачественной очисткой питьевой воды в 87 – 44,2 % проб водопроводной воды было зарегистрировано превышение концентрации Mn различной степени выраженности (табл. 2).

**Таблица 1. Концентрация марганца в питьевой воде Ханты-Мансийского автономного округа (мг/л)**

Водопроводная вода ХМАО (n = 425)	Показатель			
	M ± σ	Me	min↔max	p
Качественной очистки (n = 228)	0,05 ± 0,001	0,038	0,001↔0,18	
Некачественной очистки (n = 197)	0,17 ± 0,04	0,06	0,011↔4,3	0,001
ПДК	0,1			

**Таблица 2. Распределение проб водопроводной воды ХМАО в зависимости от концентрации марганца по отношению к его предельно допустимым уровням концентрации (ПДК) (абс./%)**

Водопроводная вода ХМАО (n = 425)	Ниже ПДК		Выше ПДК	
	умеренно	значительно	умеренно	значительно
Качественной очистки (n = 228)	39/17,1	171/75,0	18/7,9	–
Некачественной очистки (n = 197)	16/8,1	94/47,7	48/24,4	39/19,8

Общеизвестно, что геохимическая среда и живое вещество – это взаимозависимые компоненты биосферы. В биогеохимическом круговороте между содержанием химических элементов во внешней (геохимической) и внутренней среде живых организмов складываются сложные причинно-следственные связи. Человек является одним из звеньев природных биогеохимических цепей. Основная миграция и перераспределение химических элементов в биосфере происходит благодаря их переносу водной средой. Учитывая значительно лучшую усвояемость двухвалентных металлов питьевой водой по сравнению с пищей [21], было проведено изучение содержания Mn в волосах населения, проживающего в населенных пунктах ХМАО с различной очисткой питьевой воды. Волос – идеальная ткань для исследования. Во время фазы роста волос подвержен влиянию метаболической среды, в частности циркулирующей крови, лимфы, а также внеклеточной жидкости. По мере того, как волос растет и достигает поверхности кожи, его наружные слои затвердевают, «запирая» продукты обмена, скопившиеся за период образования волоса. Этот биологический процесс дает «отпечаток» питательной метаболической активности – биохимического состояния организма за время роста и раз-

вития волоса. Доказано, что волос является более подходящей тканью, чем кровь или моча, для исследования баланса микроэлементов.

Средние величины концентрации Mn в волосах как по показателю среднего арифметического (M), так и величине медианы (Me) в обеих группах обследованных лиц ХМАО оказались выше верхнего предела физиологически оптимальных значений: в 1,5 раза у населения, проживающего в городах с качественной очисткой питьевой воды, и почти в 2,5 раза у населения, проживающего в населенных пунктах с некачественной ее очисткой (p = 0,005) (табл. 3).

Важно отметить, что подавляющее большинство жителей гг. Сургута и Ханты-Мансийска оказались адекватно обеспечены Mn 189 (73,8 %), а избыток данного элемента разной степени выраженности характеризовал элементный статус 60 (23,5 %) обследованных лиц данной группы. В то же время менее половины жителей ХМАО 2-й группы (населенные пункты с некачественной очисткой питьевой воды): 92 – 43,4 % имели физиологически оптимальную концентрацию Mn в волосах. У большинства пациентов данной группы – 117 (55,4 %) – было обнаружено избыточное содержание Mn в волосах, а более чем у четверти – 56 (26,4 %) – выраженный избыток 3–4-й степени (табл. 4).

**Таблица 3. Содержание марганца в волосах у жителей ХМАО (мкг/г)**

Взрослое некоренное население ХМАО (468)	Показатель			
	M ± σ	Me	25↔75	p
Проживающие в населенных пунктах с качественной очисткой питьевой воды (n = 256)	3,01 ± 0,3	2,24	0,84↔4,1	
Проживающие в населенных пунктах с некачественной очисткой питьевой воды (n = 212)	4,39 ± 0,4	3,9	1,78↔7,9	0,005
Диапазон физиологических колебаний	0,15–2			

**Таблица 4. Распределение жителей ХМАО по степени содержания марганца в волосах (абс./%)**

Взрослое некоренное население ХМАО (468)	показатель			
	норма	изб. 1–2 ст.	изб. 3–4 ст.	дефицит 1–2 ст.
Проживающие в населенных пунктах с качественной очисткой питьевой воды (n = 256)	189/73,8	37/14,5	23/9,0	7/2,7
Проживающие в населенных пунктах с некачественной очисткой питьевой воды (n = 212)	92/43,4	61/28,8	56/26,4	3/1,4

Известно, что Mn активизирует ряд ферментов, участвует в процессах дыхания, фотосинтеза, влияет на кроветворение и минеральный обмен. Для человека опасен как недостаток, так и переизбыток Mn. Наряду с общерезорбтивным действием Mn характеризуется развитием специфических эффектов повреждающего действия со стороны ЦНС, системы крови, ЖКТ, почек, костной системы, иммунной системы, окислительно-антиоксидантных и обменных процессов, что может вызвать рост заболеваемости населения в явных и скрытых формах [8, 28, 30].

По мнению ряда исследователей [3, 23], первичным механизмом проявления негативных эффектов воздействия данного металла на организм при хроническом поступлении с питьевой водой является повреждение высокомолекулярных мембран. Марганец обладает высокой комплексообразующей способностью, связывает сульфгидрильные группы глутатиона и белков плазмы крови и тканей и тем самым запускает процесс активации перекисного окисления липидов (ПОЛ) клеточных мембран [26]. Усиление процессов ПОЛ, инициированных образованием активных свободнорадикальных форм (гидроскильный анион, пероксид водорода и др.) и, как результат, нарушение антиоксидантной защиты организма могут привести к развитию состояния оксидативного стресса, являющегося одним из пусковых механизмов в нарушении функционального состояния органов и систем – мишеней. Избыточное поступление Mn снижает активность антиоксидантной системы, действие которой направлено на поддержание гомеостаза [16, 27].

Усиление процессов ПОЛ, инициированных образованием активных свободнорадикальных форм и, как результат, нарушение антиоксидантной защиты организма могут привести к развитию состояния оксидативного стресса, являющегося одним из пусковых механизмов в нарушении функционального состояния органов и систем – мишеней [26]. В конечном итоге данный процесс способствует снижению уровня интегрального показателя активности антиоксидантных процессов – общего антиоксидантного статуса, что свидетельствует о развитии реакции декомпенсации в результате истощения антиокислительных резервов [17]. Это особенно важно для северных промышленных регионов: в ХМАО к мощному техногенному загрязнению, инициирующему окислительный стресс, добавляется и климатогеографический экологически обусловленный оксидативный стресс. Доказано, что оксидативный стресс развивается на Севере у людей значительно раньше и приводит к более быстрому прогрессированию многих заболеваний, в первую очередь болезней системы органов кровообращения, так как она одна из первых реагирует на неблагоприятные условия внешней среды и включается в процесс адаптации к экстремальным условиям. Для Севера характерным является развитие атеросклероза в трудоспособном и молодом возрасте, что связано с

изменением обмена веществ в ответ на действие холодового фактора, особенно у лиц, работающих на открытом воздухе. Интенсивность этих изменений нарастает в широтном направлении. Тяжесть и степень выраженности атеросклероза возрастает пропорционально длительности северного стажа [12].

Исследованиями установлено, что избыток Mn способствует угнетению функции щитовидной железы, особенно при дефиците йода [16]. Это особенно важно для северных территорий. ХМАО, как и большинство территорий Сибири, относится к территориям с выраженным дефицитом йода в почвах, воде и в местных продуктах питания. Щитовидная железа в условиях Севера испытывает тройной пресс со стороны неблагоприятных климатических условий (холодовой фактор, нарушение светового режима), негативного влияния антропогенной среды и природного дефицита йода, что приводит к перенапряжению тиреоидной функции и развитию устойчивого изменения щитовидной железы [14].

Исследованиями установлено, что Mn, являясь ингибитором кальциевых каналов в клетке, вмешивается в метаболизм ионизированного  $Ca^{2+}$  (конкурент марганца), который принимает участие в большинстве внутриклеточных процессов (автоматизм клеток синусового узла, сокращение и расслабление миокарда, деление и рост клеток, передача нервного импульса, нервно-мышечная возбудимость) [5]. При избыточном поступлении Mn в организм нарушается функция кальциевых каналов, ионизированный  $Ca^{2+}$  устремляется внутрь клетки, что является признаком ее гибели (апоптоза). Уровень ионизированного Ca в крови при этом увеличивается и может рассматриваться как компенсаторная реакция, направленная на поддержание гомеостаза, метаболизма ионизированного  $Ca^{2+}$  [24]. Избыток Mn угнетает высвобождение гистамина тучными клетками, что приводит к развитию аллергической симптоматики. Так как Mn может конкурировать с Ca, при его недостатке облегчается высвобождение гистамина тучными клетками, поэтому он обычно сопровождается аллергической симптоматикой.

При исследовании воздействия Mn на состояние структуры костной ткани отмечено, что в результате избыточного поступления Mn с питьевой водой нарушаются процессы биосинтеза и минерализации кости вследствие активизирующего действия на щелочную фосфатазу и угнетения процессов резорбции в костной ткани [25]. Проведенное нами изучение болезненности по классам заболеваний позволило выявить значительное превышение распространенности болезней костно-мышечной системы на территории ХМАО (Сургут и Сургутский район – 148,0 на 1 000 населения) по сравнению с показателем по России (110,1 на 1 000 населения) [11]. Не вызывает сомнения тот факт, что в столь широкой распространенности болезней костно-мышечной системы в условиях Севера, наряду с другими факторами, немаловажную роль играет и избыточное поступление Mn с водопроводной водой.



- the European Union Water Framework Directive]. Almaty: OO «OST–XXI vek», 2010, 240 p. (In Russ.)
3. Vladimirov Ju.A. Svobodnye radikaly v biologicheskikh sistemakh [Free radicals in biological systems]. Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal, 2000, Vol. 6 (12), pp. 13–19. (In Russ.)
  4. Vrednye veshchestva v okruzhajushchej srede. Elementy V–VIII grupp periodicheskoy sistemy i ih neorganicheskie soedineniya [Harmful substances in the environment. The elements of V–VIII groups of the periodic system and inorganic compounds]. Edited by V.A. Filov et al. Saint Petersburg: NPO «Professional», 2007, 452 p. (In Russ.)
  5. Goncharenko A.V., Goncharenko M.S. Mekhanizmy povrezhdajushchego dejstvija margantsa na kletochnom i subkletochnom urovnyah [Mechanisms of the damaging effect of manganese on cellular and subcellular levels]. Biologicheskij vestnik MDPU, 2012, no. 2, pp. 47–57. (In Russ.)
  6. Gorbachev A.L. Elementnyj status organizma v svyazi s khimicheskim sostavom pit'evoy vody [Elemental status of the organism due to the chemical composition of drinking water]. Mikroelementy v meditsine, 2006, issue 7 (2), pp. 11–24. (In Russ.)
  7. Gosudarstvennyj doklad o sostojanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Khanty-Mansijskom avtonomnom okruge-Jugre v 2015 godu [State report on the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Yugra in 2015]. Khanty-Mansijsk, Upravlenie Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka po Khanty-Mansijskomu avtonomnomu okruhu – Jugre, 2015, pp. 8–26. (In Russ.)
  8. Zajtseva N.V., Zemljanova M.A. Gigienicheskaja indikatsija posledstvij dlja zdorov'ja pri vneshnesredovoj ekspozitsii khimicheskikh faktorov [Hygienic indication of health effects in the external exposure of chemical factors]. Perm': Knizhnyj format Publ., 2011, 532 p. (In Russ.)
  9. Ivanov S.I., Podunova L.G., Skachkov V.B. et al. Opredelenie khimicheskikh elementov v biologicheskikh sredakh i preparatakh metodami atomno-emissionnoj spektrometrii s induktivno svyazannoj plazmoj i mass-spektrometrii: MUK 4.1.1482–03, MUK 4.1.1483–03 [Determination of chemical elements in biological media and preparations by methods of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma and mass spectrometry: MUK 4.1.1482–03, MUK 4.1.1483–03]. Moscow: FC Gossan-epidnadzora MZ Rossii, 2003. (In Russ.)
  10. Kashtanova E.V., Afinogenova I.I., Ivanova L.Ju. et al. Vlijanie kachestva vody na somaticheskoe zdorov'e cheloveka [Influence of water quality on physical health of the person]. Materials of 4th international scientific and practical conference «Psichologo-pedagogicheskie tekhnologii v uslovijakh innovatsionnykh protsessov v meditsine i obrazovanii, sektsija: «Chelovek v ekstremal'nykh uslovijakh», 29 aprelja – 7 maja 2013 g., Kemer, Turkey. Arhivarius Publ., Novosibirsk, 2013, pp. 24–27. (In Russ.)
  11. Korchina T.Ja. Analiz zaboлеваemosti naselenija g. Surguta i Surgutskogo rajona Khanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga [Morbidity analysis of the population of Surgut and Surgut district, Khanty-Mansi Autonomous Okrug]. Voprosy poljarnoj meditsiny (g. Nadym), 2009, no. 1 (16), pp. 22–27. (In Russ.)
  12. Korchina T.Ja. Donozologicheskaja diagnostika zabolevanij serdechno-sosudistoj sistemy u naselenija severnogo regiona [Prenosological diagnosis of cardiovascular diseases in the population of the Northern region]. Ekologija cheloveka, 2013, no. 5, pp. 8–13. (In Russ.)
  13. Korchina T.Ja. Korreljatsionnye svyazi mezhdju kontsentratsiej khimicheskikh elementov v volosakh aborigenov Tjumenskogo Severa i ih sodержaniem v prirodnykh vodakh regiona [Correlation between concentration of chemical elements in the hair of the aborigenes of the North of Tyumen and their contents in natural waters of the region]. Vestnik vosstanovitel'noj meditsiny, 2008, no. 5a (28), pp. 38–42. (In Russ.)
  14. Korchina T.Ja., Korchin V.I. et al. Mediko-ekologicheskie aspekty optimizatsii zdorov'ja naselenija urbanizirovannogo severnogo regiona: Metodicheskoe posobie dlja ekologov, vrachej, aspirantov i studentov meditsinskikh i biologicheskikh spetsial'nostej [Medico-ecological aspects of optimization of population health of the urbanized Northern region: Methodical manual for ecologists, doctors, postgraduates and students of medical and biological specialties.]. Shadrinsk, 2009, 90 p. (In Russ.)
  15. Lugovaja E.A., Stepanova E.M. Osobennosti pit'evoy vody Magadana i zdorov'e naselenija [Features of drinking water of Magadan and health of the population]. Gigiena i sanitarija, 2016, Vol. 95 (3), pp. 241–246. (In Russ.)
  16. Mazunina D.L. Negativnye efekty margantsa pri khronicheskom postuplenii v organizm s pit'evoy vodoy [Negative effects of chronic manganese intake from drinking water]. Ekologija cheloveka, 2015, no. 3, pp. 25–31. (In Russ.)
  17. Men'shchikova E.B., Lankin V.Z., Zaenkov N.K. et al. Okislitel'nyj stress. Prooksidanty i antioksidanty [Oxidative stress. Pro-oxidants and antioxidants]. Moscow: Slovo Publ., 2005, 556 p. (In Russ.)
  18. O personal'nykh dannykh: Federal'nyj zakon ot 27.07.2006 № 152-FZ [On personal data: Federal law of 27.07.2006 № 152-FZ]. (In Russ.)
  19. Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vody centralizovannogo vodosnabzhenija. Kontrol' kachestva: SanPin 2.1.4.1074–01 (utv. Postanovleniem Ministerstva zdravoohraneniya RF № 24 ot 26.09.01) [Drinking water. Hygienic requirements for the quality of centralized water supply. Quality control: SanPiN 2.1.4.1074–01 (app. by regulation of the Ministry of Health of the Russian Federation no. 24 of 26.09.01)].
  20. Skal'nyj A.V. Referentnye znachenija kontsentratsii khimicheskikh elementov v volosakh, poluchennykh metodom ISP-AES (ANO CBM) [Reference values of concentration of chemical elements in hair, obtained by ICP-AES (ANO CBM)]. Mikroelementy v meditsine, 2003, no. 4 (1), pp. 55–56. (In Russ.)
  21. Skal'nyj A.V. Khimicheskie elementy v fiziologii i ekologii cheloveka [Chemical elements in human physiology and ecology]. Moscow: ONIKS 21 vek: Mir Publ., 2004, 215 p. (In Russ.)
  22. Khaknazarov S.H., Korchina T.Ja., Korchina I.V. et al. Sotsio-ekologicheskie faktory zdorov'ja korennoho naselenija Khanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – Jugry [Socio-ecological factors of health of the indigenous population of Khanty – Mansiysk Autonomous Okrug-Yugra]. Khanty-Mansijsk: OOO «Pechatnyj mir», Khanty-Mansijsk, 2013, 126 p. (In Russ.)
  23. Khripach L.V., Revazova Ju.A., Rakhmanin Ju.A. et al. Rol' svobodnoradikal'nogo okslenija v povrezhdenii genoma faktorami okruzhajushhej sredy [Role of free radical oxidation in damage to the genome by environmental factors]. Vestnik RAMN, 2004, no. 3, pp. 16–18. (In Russ.)
  24. Sharshenova A.A. Toksikologicheskie issledovanija sodержanija tjazhelykh metallov v biosredakh organizma detej [Toxicological studies of heavy metals content in biological media of the organism of children]. Zdorov'e naselenija i sreda obitanija, 2004, no. 3 (132), pp. 9–11. (In Russ.)
  25. Shchep'jagina L.A. Osteokal'cin u prakticheski zdorovykh detej rannego i doskol'nogo vozrasta [Osteocalcin in practically healthy children of early and preschool age]. Rossijskij pediatričeskij zhurnal, 2005, no. 1, pp. 48–52. (In Russ.)
  26. Judina T.V., Rakitskij V.N., Egorova M.V. et al. Kriterial'nye pokazateli antioksidantnogo statusa v probleme donozologicheskoy diagnostiki [Criteria indicators of antioxidant status in the problem of prenosological diagnosis]. Gigiena i sanitarija, 2000, no. 5, pp. 61–63. (In Russ.)
  27. Diplock A.T. Antioxidant nutrients and disease prevention: an overview // Am. J. Clin. Nutr. 2000. № 73. P. 36–40.
  28. Henn B.C., Schnaas L., Ettinger A.S. et al. Associations of early childhood manganese and lead coexposure with neurodevelopment // Environ. Health. Perspect. 2011. № 120. P. 126–131.
  29. Kwik-Urbe C.R. et al. Temporal responses in the disruption of oron regulation by manganese / C. Kwik-Urbe, D.R. Smith // J. Neurosci. Res. 2006. № 83 (8). P. 1601–1610.
  30. Toxicological Profile for Manganese. Agency for Toxic Substances and Disease Register (ATSDR). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, GA, 2008. 539 p.

**Контактная информация:**

**Корчина** Татьяна Яковлевна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры медицинской и биологической химии Ханты-Мансийской государственной медицинской академии  
тел.: +7 (3467) 32-45-88, e-mail: t.korchina@mail.ru

**Contact information:**

**Korchina** Tatyana, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of Department of Medical and Biological Chemistry Khanty-Mansiysk State Medical Academy  
phone: +7 (3467) 32-45-88, e-mail: t.korchina@mail.ru