

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ И ПЛАЗМЕ КРОВИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИУРАЛЬСКОГО РАЙОНА

*д-р мед. наук А.Н.МАРТИНЧИК¹, канд. мед. наук В.Н.ШЕПОВАЛЬНИКОВ²,
мл. науч. сотр. Е.В.ПЕСКОВА¹, рук. лаборатории В.А.ОНОШКО²,
вед. инж. А.В.ДОМАШЕНКО², мл. науч. сотр. Е.Н.ЛИСЕНКОВА²,
гл. врач В.И.АСАУЛЕНКО³*

¹ – Научно-исследовательский институт питания РАМН, г. Москва

² – ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, e-mail: aaricoor@aari.nw.ru

³ – Харпская городская больница, г. Харпск

Представлены результаты исследования содержания тяжелых металлов хрома, никеля и кадмия в пищевых продуктах местного происхождения (дикоросы, рыба) и в суточных рационах питания организованных коллективов детей и взрослых в трех населенных пунктах Ямало-Ненецкого автономного округа в экологически неблагоприятном поселке Харп и фоновых экологически чистых селах Аксарка и Белоярск. Содержание кадмия в исследованных продуктах не превышало допустимые уровни. Содержание никеля и хрома в рыбе, выловленной в реке Сось вблизи поселка Харп, в десятки раз превышает содержание этих металлов в рыбе, выловленной в реке Шучья вблизи села Белоярск. Высокие величины содержания никеля и хрома обнаружены также в ряде пищевых источников, собранных в природе вблизи поселка Харп. Исследовано также содержание металлов в сыворотке крови волонтеров, проживающих в этих населенных пунктах. Содержание кадмия в сыворотке крови жителей Белоярска достоверно выше, чем его содержание у жителей села Аксарка и поселка Харп. В то же время, содержание никеля в крови жителей Харпа оказалось выше, чем у жителей Аксарки и Белоярска. Получены доказательства возможности контаминации пищевых источников, собранных в окрестностях поселка Харп, никелем и хромом, а также загрязнение этими металлами внутренней среды организма жителей этого поселка.

Ключевые слова: тяжелые металлы, пищевые продукты, сыворотка крови, население Ямало-Ненецкого Автономного округа.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования было население поселка Харп, неблагоприятного с экологической точки зрения, и контрольных экологически чистых сел Аксарка и Белоярск.

Поселок Харп расположен в предгорьях Северного Урала и оценивался как экологически благополучный. Однако начиная с 2000 г. в шестидесяти километрах от поселка началась разработка руды, содержащей хром и, частично, никель. Кроме того, недалеко от поселка проводилась добыча щебня, преимущественно из амфиболитов, в которых находится повышенное содержание кадмия. Руда и щебень хранятся практически на территории поселка, где подвергаются дроблению и перевозятся в непосредственной близости от детских лечебных учреждений.

Экологами были проведены исследовательские работы, которые показали высокую запыленность не только воздушной среды поселка, но и внутренних помещений в детском саду, школе, больнице и санатории-профилактории.

В почве, растительности, в воде реки Сось и ее донных отложениях было обнаружено наличие хрома и никеля, в десятки раз превышающее предельно допустимые концентрации (ПДК).

Рассматриваются пути поступления тяжелых металлов в организм человека с продуктами питания и дикоросами. Исследовано содержание тяжелых металлов в крови 75 волонтеров, проживающих в поселке Харп и селах Аксарка и Белоярск.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (КАДМИЙ, НИКЕЛЬ, ХРОМ) В СУТОЧНЫХ РАЦИОНАХ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Для исследования влияния тяжелых металлов на организм жителей Приуральского района были изучены рационы питания населения поселка Харп и села Белоярск.

В ходе экспедиции в окружающей среде п. Харп были отобраны следующие объекты, используемые жителями в пищу: рыба щекур, ягоды голубики, плоды шиповника, грибы маслята и волнушки, корень родиолы розовой. Кроме того в п. Харп и с. Белоярск были собраны полные суточные рационы организованных групп детей и взрослых.

В отобранных образцах пищевых продуктов и сырья исследовали содержание кадмия, никеля и хрома официально признанным методом атомно-абсорбционной спектрометрии [1]. Результаты анализа сравнивали с существующими нормативами (при наличии нормативов) или с литературными данными.

Результаты исследования содержания тяжелых металлов в пищевом сырье, собранном в окружающей природе (за исключением оленины в п. Харп, которая завозится из других районов Ямало-Ненецкого автономного округа – ЯНАО), представлены в табл. 1. Содержание кадмия в исследованных продуктах не превышало допустимые уровни, регламентированные СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Только в ягодах голубики из окружающего Харп леса содержание кадмия было приближено к ПДК.

Обращает на себя внимание тот факт, что содержание никеля и хрома в рыбе, выловленной в реке Сось вблизи п. Харп, в десятки раз превышает содержание этих металлов в рыбе, выловленной в реке Щучья вблизи с. Белоярск.

Высокие величины содержания никеля и хрома обнаружены в ряде пищевых источников, собранных в природе вблизи п. Харп. Так, содержание никеля и хрома в маслятах, собранных непосредственно в лесу, примыкающем к п. Харп, составляло 10 и 20 мг/кг сырой массы соответственно. В то же время в грибах волнушках содержание этих металлов было в 10–20 раз ниже – 0,44 и 1,81 г/кг соответственно. Высокое содержание никеля и хрома отмечено также в корнях родиолы розовой, зафиксировано высокое содержание хрома в плодах шиповника. К сожалению, не удалось в ходе экспедиции собрать для сравнительного анализа аналогичные образцы лесных пищевых источников в с. Белоярск или Аксарка, так как на момент экспедиции выпал снег.

Таблица 1

Содержание металлов в пищевых продуктах и сырье

Название продукта	Кадмий		Никель	Хром
	Содержание мг/кг	Допустимые уровни, СанПиН 2.3.2.1078-01, мг/кг, не более		
Рыба щекур, Белоярск	0,03 ± 0,007	0,2	< 0,02	< 0,01
Рыба щекур, Харп	< 0,01	0,2	0,72 ± 0,18	0,71 ± 0,18
Оленина, Белоярск	< 0,01	0,05	0,13 ± 0,03	7,046 ± 1,80
Оленина, Харп	< 0,01	0,05	0,61 ± 0,15	0,59 ± 0,15
Грибы маслята, Харп	0,15 ± 0,04	0,5	10,32 ± 2,6	20,38 ± 5,10
Грибы волнушки, Харп	< 0,01	0,5	0,44 ± 0,11	1,81 ± 0,45
Ягоды голубики, Харп	0,028 ± 0,007	0,03	0,33 ± 0,08	2,71 ± 0,68
Родиола розовая корень, Харп	0,05 ± 0,01	нет норматива	4,57 ± 1,10	3,24 ± 0,81
Шиповник, Харп	< 0,01	0,03	0,83 ± 0,21	16,24 ± 4,10

Только сравнение образцов рыбы, выловленной вблизи п. Харп и с. Белоярск, однозначно свидетельствует о существенно более высоком содержании никеля и хрома в рыбе реки Сось вблизи п. Харп. При этом содержание кадмия в обоих образцах рыбы не превышало допустимого уровня.

Отсутствие санитарно-химических нормативов, регламентирующих допустимые уровни содержания никеля и хрома в индивидуальных пищевых продуктах и пищевом сырье, затрудняет оценку полученных аналитических данных их содержания в исследованном пищевом сырье и продуктах. Представляется возможным лишь сравнить уровни содержания этих элементов в целом, например в растительных объектах или почве. В растительных объектах установлено накопление хрома до 0,20 мг/кг сырой массы, а в мышцах диких животных содержание хрома составляет 0,04–0,48 мг/кг сырой массы. Согласно Сан ПИН 2.3.2 10-78-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», содержание хрома в пищевых продуктах варьирует в диапазоне 0,005–0,25 мг/кг сырой массы. Содержание хрома в образцах пищевых источников, собранных в п. Харп, значительно превышает эти величины.

В соответствии с данными работы [2] содержание никеля в основных пищевых продуктах находится в пределах 0,18–1,77 мг/кг сырой массы, при этом наибольшие концентрации обнаружены в орехах и семенах [2]. В нашем исследовании эти величины превышены только в грибах маслятах и корне родиолы розовой, тогда как в других продуктах содержание никеля не превышает 1 мг/кг сырой массы. Тем не менее содержание никеля в рыбе, выловленной в п. Харп, существенно превышает уровень металла в рыбе из с. Белоярск.

Результаты исследования уровня поступления металлов с суточным рационом организованных коллективов детей и взрослых представлены в табл. 2. Зарегистрированный вес суточных рационов позволил провести расчет суммарного поступления металлов с рационом. Наименьшие величины поступления металлов были установлены в детском саду п. Харп и школе-интернате с. Белоярск, не превышающие 0,05 мг/день. Максимальные величины поступления с рационом наблюдались в школе и профилактории п. Харп, достигающие в профилактории 0,7 мг/день по хromу.

Поступление кадмия с суточным рационом необходимо оценивать в соотношении величины поступления с условно переносимой нормой поступления (УПНП), составляющей 7 мкг/кг массы тела в неделю. Если принять за отсчет поступление кадмия с рационом в профилактории п. Харп 133 мкг/день и принять в расчет стандартную массу тела 70 кг, то недельное поступление 13,3 мкг/кг/неделю составит 189 % от УПНП. Расчеты поступления кадмия по другим рационам не дают превышения УПНП.

Поступление металлов никеля и хрома с рационами представляется возможным оценивать по сравнению с верхними допустимыми уровнями потребления этих металлов. Так, в соответствии с рекомендациями верхний допустимый уровень потребления хрома составляет 250 мкг/сутки.

Таблица 2

Содержание металлов в суточных рационах и дневная нагрузка металлами

№ пр.	Суточные рационы (масса, г)	Кадмий		Никель		Хром	
		мг/кг	мг/сут	мг/кг	мг/сут	мг/кг	мг/сут
3	Харп, школа (1045)	0,046 ± 0,011	0,048	0,12 ± 0,03	0,12	0,33 ± 0,08	0,34
5	Харп, детский сад (2200)	0,02 ± 0,005	0,044	< 0,02	0,044	< 0,01	0,022
12	Харп, профилакторий (2270)	0,059 ± 0,014	0,133	0,094 ± 0,024	0,21	0,31 ± 0,08	0,70
4	Белоярск, школа-интернат (2640)	0,02 ± 0,005	0,053	< 0,02	0,053	< 0,01	0,026
13	Белоярск, больница (1600)	< 0,01	0,016	0,34 ± 0,09	0,54	1,27 ± 0,32	2,03

Оценка поступления никеля затруднена тем, что отсутствуют отечественные рекомендации по допустимым уровням его поступления. В некоторых зарубежных исследованиях указывается допустимый уровень поступления никеля 0,26 мг/сутки. Превышение этого уровня нами выявлено только в рационе больницы с. Белоярск. Высокие величины поступления никеля и хрома с рационом больницы с. Белоярск могут объясняться высоким уровнем содержания металлов, в первую очередь хрома, в оленине, взятой на анализ в больнице с. Белоярск. В то же время в оленине, взятой на анализ в п. Харп, содержание хрома ниже, чем в оленине из с. Белоярск. Известно, что оленина в п. Харп завезена из других районов Ямало-Ненецкого АО. Все эти факты требуют дальнейшего исследования причин высокого содержания металлов в оленине, отобранной в больнице с. Белоярск.

Следует особо подчеркнуть, что, по сведениям работников пищеблока в отобранных рационах в п. Харп не использовались в день отбора продукты, полученные из местного сырья (рыба, ягоды, грибы и др.), а рацион составлен из привозных продуктов.

Проведенные исследования содержания металлов в пищевых продуктах и рационах показали возможность накопления в местных сырьевых источниках пищи металлов кадмия, никеля и хрома. Получены доказательства возможности контаминации пищевых источников, собранных в окрестностях п. Харп, никелем и хромом. Показательным в этом плане является сравнение содержания никеля и хрома в рыбе, выловленной вблизи п. Харп или с. Белоярск. В пользу возможного влияния загрязнения окружающей среды или высокого содержания в почве также свидетельствует высокое содержание никеля и хрома в грибах маслятах, корне родиолы розовой, а также хрома в ягодах голубики и плодах шиповника. Все эти источники пищевых продуктов используются местными жителями. В связи с этим требует более детального исследования возможная нагрузка на организм местных жителей токсичных металлов, содержащихся в объектах окружающей природы – рыбе, ягодах, грибах и других, используемых в пищу.

Так как в рационах, отобранных в п. Харп, не использовались продукты, полученные из местных источников, а именно, из близлежащих объектов окружающей среды (лес, река), то содержание металлов в рационах было на уровнях, опубликованных в литературе и близких к допустимому уровню потребления.

Оценивая значимость полученных свидетельств высокого содержания никеля и хрома в источниках пищевого сырья, следует иметь в виду, что хром относится к незаменимым пищевым факторам, поступление которых с пищей в определенных количествах обязательно. Небольшое превышение допустимых уровней поступления этого металла с пищей не имеет драматических последствий, т.е. неблагоприятного биологического эффекта. Показано, что потребление 1,7 мг/день хрома с пищей не вызывает вредного действия [2]. Однако сам факт возможности загрязнения объектов окружающей среды из внешних источников дает повод для выяснения потенциальной возможности загрязнения другими, более токсичными элементами.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (НИКЕЛЯ, ХРОМА И КАДМИЯ) В КРОВИ ЖИТЕЛЕЙ ПОСЕЛКА ХАРП И СЕЛ АКСАРКА И БЕЛОЯРСК

Для сравнительной оценки содержания тяжелых металлов (кадмия, хрома и никеля) в крови жителей п. Харп, где содержание этих металлов значительно выше в почве и растительности, донных отложениях реки Сось, в воздухе, и в предположительно экологически чистых селах Аксарка и Белоярск были отобраны группы добровольцев по 25 человек, у которых для исследования была взята кровь в вакуумной пробирке по 5мл.

Цель испытаний – физико-химическое исследование указанных биологических компонентов на наличие кадмия, никеля, хрома.

Перечень средств измерений: анализатор вольтамперометрический «АКВ-07-МК», спектрометр атомно-абсорбционный «МГА-915», СВЧ-минерализатор «Минотавр-1».

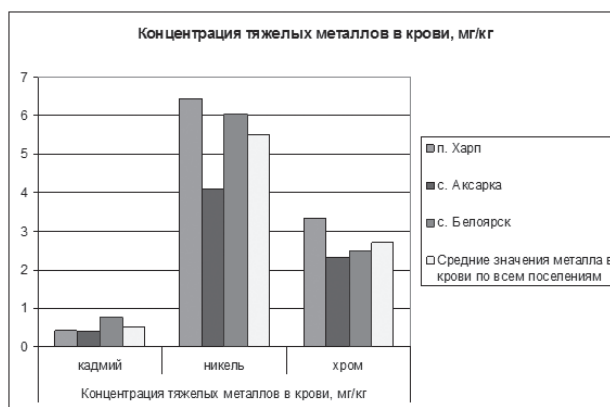


Рис. 1. Усредненные значения содержания кадмия, никеля и хрома в крови 75 волонтеров сел Аксарка, Белярск и поселка Харп

Средние значения содержания кадмия, никеля и хрома в крови 75 волонтеров п. Харп и сел Аксарка, Белярск представлены на рис. 1.

Установлено, что референтные пределы по содержанию тяжелых металлов в крови человека составляют для кадмия у некурящих людей от 0,3 до 1,2 мкг/л, у курящих людей — от 0,6 до 3,9 мкг/л, для никеля — от 80 до 120 мкг/л, для хрома — от 1 до 28 мкг/л.

Как видно из рисунка, ни один из показателей содержания тяжелых металлов в крови не превышает референтных пределов. Этот вывод является основным для проведенных исследований.

Вероятно, дефицит микроэлементов может возникать при голодании или однообразном несбалансированном питании, а также при низком содержании какого-либо микроэлемента в почве и воде данной местности. В нашем случае обнаруженные концентрации металлов в крови указывают на достаточное содержание этих элементов (соединений), находящихся в пределах физиологических норм.

Вместе с тем, нами был рассчитан критерий достоверности различия средних величин (*T*-тест, или критерий Стьюдента). Для данных содержания кадмия в крови эти показатели оказались достоверными для Белярска и Аксарки и Белярска и Харпа и составили 0,03 при уровне статистической достоверности, т.е. содержание кадмия в крови жителей Белярска достоверно выше, чем его содержание у жителей с. Аксарка и п. Харп.

Содержание никеля в крови жителей Харпа оказалось выше, чем у жителей Аксарки и Белярска. При этом уровень достоверности различия средних величин оказался очень высок. Для Харпа и Аксарки он составил 0,01, для Аксарки и Белярска — 0,02. Различия значений содержания никеля в крови жителей Белярска и Харпа не достигает уровня статистической достоверности.

Содержание хрома в крови жителей Харпа оказалось статистически достоверно выше, чем у жителей Аксарки и Белярска. Причем уровень достоверности показателей содержания хрома у жителей Харпа по сравнению с жителями Аксарки достигал уровня статистической достоверности 0,02, а при сравнении средних показателей крови жителей Харпа и Белярска — 0,05. Статистически достоверных различий между показателями содержания хрома в крови жителей Аксарки и Белярска получено не было.

Подводя итоги выполненных исследований, следует отметить, что, несмотря на тот факт, что ни один из показателей содержания тяжелых металлов (кадмий, никель, хром) не превышал референтных пределов для этих металлов в крови жителей, тем не менее выявлены статистически значимые различия показателей

средних величин для кадмия в крови жителей Белоярска по сравнению с Аксаркой и Харпом, а также статистически достоверное различие средних показателей содержания никеля в крови жителей Харпа по сравнению с жителями Аксарки и Белоярска и статистически достоверное различие средних показателей по содержанию хрома у жителей Белоярска по сравнению с жителями Аксарки и Харпа.

Эти данные заставляют задуматься о необходимости более тщательного изучения содержания тяжелых металлов в почве, растительности, воде в районе с. Белоярск. Поскольку крупными источниками поступления кадмия в наземные экосистемы помимо химических и горно-обогатительных производств может служить сжигание ископаемого топлива и различных отходов, а металлургический кадмий является существенным загрязняющим веществом в навозе, компостах и илах сточных вод, необходимость санитарной и гигиенической оценки территории села Белоярск очевидна.

4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Экологическое состояние поселка Харп Приуральского района Ямало-Ненецкого автономного округа начало резко изменяться с 1999 года. В этот период была начата промышленная разработка хромсодержащих руд. Руда из рудника на рудовозах завозилась непосредственно в поселок, где дробилась, складировалась и загружалась в вагон для отправки на обогатительную фабрику. В результате загрязнения окружающей среды была установлена высокая запыленность воздушной среды непосредственно в п. Харп, высокое содержание хрома и никеля в воде реки Сось, грунте и растениях поселка, а также в районе лесотундры, прилегающей к трассе из рудника в поселок. Содержание хрома и никеля в этих местах в десятки раз превысило ПДК. Были изучены пищевые рационы коренного и пришлого населения п. Харп и контрольных экологически чистых сел Аксарка и Белоярск. Эти исследования показали возможность накопления тяжелых металлов, получаемых из местных сырьевых источников пищи: оленины, рыбы, дикоросов: грибов, кореньев, ягод, шиповника. Наибольшие концентрации хрома и никеля встречались в рационах жителей п. Харп. Исследования содержания тяжелых металлов (хром, никель, кадмий) не выявили превышения ПДК ни у одного из волонтеров. Вместе с тем оказалось, что содержание никеля и хрома достоверно выше в крови у жителей п. Харп по сравнению с аналогичными показателями у жителей сел Аксарка и Белоярск. Таким образом, загрязненность тяжелыми металлами (хром, никель, кадмий) п. Харп, а также анализ пищевых продуктов, поступающих в организм жителей этих населенных пунктов, и анализ крови на содержание тяжелых металлов могут свидетельствовать об определенном патологическом воздействии прежде всего хрома и никеля на организм жителей п. Харп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Под ред. И.М.Скурихина, В.А.Тутельяна. М.: Брандес. Медицина, 1998. 342 с.
2. Ferré-Huguet N., Martí-Cid R., Schuhmacher M., Domingo J.L. Risk assessment of metals from consuming vegetables, fruits and rice grown on soils irrigated with waters of the Ebro River in Catalonia, Spain // Biol Trace Elem Res. 2008. Vol. 123. P. 1–3, 66–79.

A.N.MARTINCHIK, V.N.SHEPOVALNIKOV, E.V.PESKOVA, V.A.ONOSHKO,
A.V.DOMASHENKO, E.N.LISENKOVA, V.I.ASAULENKO

CONTENTS OF HEAVY METALS IN FOODS AND BLOOD SERUM OF PEOPLE LIVING IN NEAR URALS AREA OF YAMAL-NENETS AUTONOMOUS OKRUG

The heavy metal contents in local foods (wild berries mushrooms and herbs, fish) and in whole daily food items of institutionalized groups of people in three settlements of Yamal-Nenets Autonomous

Okrug were studied. Content of cadmium in foods were lower than maximum allowable levels. Contents of nickel and chromium in fish of local river Sob near settlement Harp were ten times higher than in fish caught in river Schuchja nerar settlement Beloyarsk. High levels of nickel and chromium were detected in various wild berries, mushrooms and herbs got out in forest near Harp. Level of cadmium in blood serum of volunteers living in Beloyarsk was higher than level in serum of Aksarka's and Harps residents. In the same time the serum levels of nickel and chromium were higher in Harps residents. There are possibilities of real contamination of local food items in area of settlement Harp and heavy metals loading on people living in this area.

Key words: heavy metals, foods, blood serum, population of Yamal-Nenets Autonomous Okrug.