

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ПАЦИЕНТОВ ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

Н.А. Тармаева^{1*}, В.А. Хаптанова¹, О.Г. Богданова²

¹ ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» МЗ РФ, г. Иркутск

² ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», г. Ангарск

РЕЗЮМЕ. При изучении элементного статуса у пациентов с артериальной гипертензией трудоспособного возраста, проживающих в г. Иркутске, отмечался дисэлементоз, выразившийся в снижении уровня Са в крови на 4,3 % от нормы, в волосах – на 20 %. В волосах наблюдалось снижение уровня Zn на 9% от нормы, снижение Mg в волосах ($154 \pm 3,3$ мг/кг) и крови ($0,64 \pm 0,04$ ммоль/л). Было выявлено повышение содержания Na в крови ($149 \pm 1,06$ ммоль/л) и волосах (553 ± 156 мг/кг), содержания Cl в крови ($119,4 \pm 2,8$ ммоль/л). Содержание токсичных и условно токсичных элементов (Al, As, B, Cd, Hg, Li, Ni, Pb, Sn, Sr, V) находилось ближе к нижней границе нормы, что свидетельствует о сниженной антропогенной нагрузке на организм человека. По результатам оценки корреляционных взаимосвязей установлено, что возраст пациентов значимо положительно связан с уровнем Са в крови и уровнем К в волосах и отрицательно – с содержанием Co, Fe и Mn в волосах. Рост пациентов отрицательно коррелировал с уровнем Са, Mg, Si в волосах и положительно – с содержанием К. Сходные связи отмечались и для массы тела: пациенты с более высокой массой тела также характеризовались относительно более низким содержанием Са, Mg, Sn в волосах и более высоким – Hg. Вместе с тем у них определено и более высокое содержание К в волосах, которое коррелировало с ростом только на уровне тенденции ($p < 0,092$). Достоверная положительная корреляция наблюдалась между содержанием К в волосах и индексом массы тела. Среди параметров элементного состава биологических образцов выявлена только положительная связь между уровнем К в крови и Li в волосах, а также между уровнем Na и As в волосах. Проведенное исследование регионального «элементного портрета» позволило оказать существенную помощь в понимании эпидемиологических данных, разработке, проведении профилактических мероприятий, направленных на снижение риска развития заболеваний, связанных с изменениями обеспеченности населения макро- и микроэлементов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: артериальная гипертензия, минеральные элементы, дисбаланс, пациенты.

ВВЕДЕНИЕ

Одними из наиболее распространенных заболеваний, связанных с нарушением питания, являются сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), составляющие существенную проблему современной медицины. На протяжении многих лет ССЗ занимают первое ранговое место в структуре первичной заболеваемости населения.

Более того, по прогнозам ВОЗ в 2030 г. от ССЗ, в основном от болезней сердца и инсульта, погибнет порядка 23,6 млн человек, эти болезни

останутся основными причинами смерти (https://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/ru/).

В настоящее время артериальная гипертензия (АГ) является неинфекционной пандемией, определяющей структуру сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности во всем мире (Lloyd-Jones et al., 2010; Perk et al., 2012; Чазова, Ощепкова, 2013; Тутельян и др., 2015; Сидоров, Совершаева, 2015; Хамитова и др., 2017; Демкина, Бойцов, 2018).

* Адрес для переписки:

Тармаева Наталья Анатольевна

E-mail: t38 69@mail.ru

В современной кардиологии общепринято представление о необходимости комплексного подхода к профилактике ССЗ. В большинстве случаев факторы риска (ФР), вызывающие или способствующие развитию АГ, имеют экзогенную природу и в значительной степени социально опосредованы (Мельникова, 2014; Чабанова и др., 2018; Фролова и др., 2018). До настоящего времени нет однозначного ответа на вопрос о необходимости обогащения микроэлементами продуктов питания для предотвращения АГ среди населения (Скальный, 2010; Таюпова, 2015; Тармаева и др., 2019).

Повышенного внимания заслуживают региональные особенности нутриентных, витаминных и микроэлементных нарушений, обусловленных вариабельностью местного пищевого рациона, качеством питьевой воды и других факторов (Шибанова, 2011; Василевский, Куркатов, 2012; Турчанинов и др., 2013; Безгодков, 2015). В последние годы накопилось значительное число исследований, посвященных изучению влияния микроэлементов на обмен веществ, а также на особенности клинического течения нарушений пищеварительной, эндокринной и других систем (Курамшина и др., 2012; Громова и др., 2013). Вместе с тем не нашел своего отражения такой аспект данной проблемы, как гигиеническая оценка содержания химических элементов в биосубстратах обследуемых больных в зависимости от уровня их потребления с пищей, особенно с позиции влияния элементных дисбалансов на риск развития АГ.

В связи с этим углубленное изучение региональных особенностей пищевого статуса населения, степень контаминации, оценка риска воздействия на здоровье населения, связанного с потреблением пищевых продуктов, и изучение элементного статуса лиц, страдающих артериальной гипертензией, имеют вполне определенное и важное гигиеническое и социально-экономическое значение, а также необходимы для выработки научно обоснованных гигиенических рекомендаций, уменьшающих риск развития АГ.

Цель исследования — изучение элементного статуса пациентов с артериальной гипертензией трудоспособного возраста г. Иркутска.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Многоэлементный анализ волос является адекватным методом неинвазивной экологи-

гигиенической и токсикологической диагностики состояния минерального обмена как на индивидуальном, так и на популяционном уровнях. Данный метод хорошо коррелируется с большинством накопленных к настоящему времени сведений о связи избыточного накопления или недостаточного содержания в организме значимых макро- и микроэлементов с формированием как донозологических, так и клинически манифестировавших состояний и болезней (Grabeklis et al., 2011; Скальный и др., 2016).

Объектом настоящего исследования явилось взрослое трудоспособное население г. Иркутска. В процессе изучения элементного статуса больных АГ обследованы 55 пациентов с АГ, в том числе 40 женщин в возрасте 41–66 лет и 15 мужчин в возрасте 52–66 лет. Анализ исследуемых образцов выполнен в лаборатории АНО «Центр биотической медицины», аккредитованной в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии (аттестат аккредитации РОСС RU.0001.22ПЯ05), методом атомной эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой на приборах Optima 2000 DV и Elan 9000 (Perkin Elmer, США). Было проведено определение содержания в волосах 25 элементов: Ca, Co, Cr, Cu, Fe, I, K, Mg, Mn, Na, P, Se, Si, Zn (эссенциальные и условно эссенциальные); Al, As, B, Cd Hg, Li, Ni, Pb, Sn, Sr, V (токсичные и условно токсичные) (мг/кг и мкг/мл). Образцы волос подвергали пробоподготовке, согласно требованиям МАГАТЭ, методическим рекомендациям «Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами», утвержденным МЗ СССР (1989), методическим рекомендациям № 41 «Выявление и коррекция нарушений обмена макро- и микроэлементов», утвержденным КЗ г. Москва (2000), методическим рекомендациям «Методика определения микроэлементов в диагностируемых биосубстратах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС)», утвержденным ФЦГСЭН (2003), методическим рекомендациям «Методика определения микроэлементов в диагностирующих биосубстратах атомной спектрометрией с индуктивно-связанной аргонной плазмой», утвержденным ФЦГСЭН 29.01.2003 г., а также МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03 «Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спек-

трометрии с индуктивно-связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой», утвержденным МЗ РФ в 2003 г.

В крови ион-селективным методом определено семь элементов: К, Na, Mg, Fe, Cl, Ca, P. Проведен корреляционный анализ между содержанием химических элементов в биосубстратах и лабораторно-инструментальными показателями.

При оценке факторов риска АГ учитывали данные антропометрии. Так, ожирение диагностировалось у лиц с индексом массы тела (ИМТ) > 30 кг/м², абдоминальное ожирение – при окружности талии более 102 см у мужчин и более 88 см у женщин. В положении стоя измерялись окружность талии, масса тела и рост. Индекс массы тела рассчитывали по формуле Кетле.

Статистическую обработку материала проводили с использованием программ Microsoft Office 2010 (лицензия № 47881813) и Statistica 10 (лицензионное соглашение BX 103E909731FAC). Статистическая обработка данных строилась с учетом вида распределения полученных данных, определенного методом Шапиро–Уилка. При нормальном распределении вычисляли средние величины и ошибку средней ($M \pm m$), при ненормальном – медиану и интерквартильный размах ($Me(Q25-Q75)$). Сравнение двух независимых групп по количественным данным проводили с использованием критерия Манна–Уитни (Реброва, 2003). Сопоставление частотных характеристик качественных показателей осуществляли с помощью непараметрического метода χ^2 Пирсона. При проведении корреляционного анализа использовали метод ранговой корреляции по Спирмену. Определение влияния факторов риска на развитие события (исхода) в группах оценивали с помощью вычисления отношения шансов (OR) и 95%-ного доверительного интервала (ДИ). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно полученным данным в элементном статусе больных АГ, проживающих в г. Иркутске, отмечаются выходы средних и медианных значений по ряду элементов за пределы нормы (табл. 1).

Анализ имеющихся данных о количественном содержании химических элементов в биосубстратах показал, что в целом характерен значительный дисбаланс эссенциальных элементов: в минеральном составе крови у больных АГ от-

мечалось снижение Mg на 18%, Ca – на 4,3%, повышение в сравнении с нормой содержания Na на 3%, Cl – на 11,2%; в волосах ниже нормативных значений были уровни Mg – на 74,4%, Ca – на 20%, Zn – на 9%, а также отмечалось повышение Na на 121% от нормы.

Отмечалось снижение уровня Ca в крови на 4,3% от нормы ($2,01 \pm 0,05$ ммоль/л), в волосах – на 20% ($482 \pm 31,2$ мг/кг). Источником Ca являются многие пищевые продукты, он поступает в организм с пищей ежедневно. Значительное количество Ca содержится в молочных продуктах. Кальций – это макроэлемент, который играет важную роль в формировании костей, мышц, миокарда, кожи, нервной ткани. Дефицит кальция в рационе питания и питьевой воде приводит к тому, что гладкомышечные клетки стараются захватить и накопить как можно больше ионов кальция, повышается активность гладкомышечных клеток, которые вызывают спазмирование артерий и артериол и повышают АД.

В волосах наблюдалось снижение уровня Zn на 9% от нормы, что составляет 164 ± 12 мг/кг. Цинк – эссенциальный элемент, который жизненно необходим, в организм он попадает с пищей. Большое количество Zn содержится в говядине, печени, морепродуктах, зародышах пшеницы, риса, овса, моркови, горохе, луке, шпинате, орехах. Он необходим для нормального протекания многих биохимических процессов, для синтеза белков, в том числе коллагена, и формирования костей (Скальный, Рудаков, 2004; Bornhorst et al., 2018).

В волосах и крови выявлен низкий уровень Mg – $154 \pm 3,3$ мг/кг и $0,64 \pm 0,04$ ммоль/л соответственно. По результатам многочисленных исследований выяснено, что дефицит Mg увеличивает частоту АГ (Annapurna et al., 2015; Tehrani et al, 2020). Бедная магнием пища, мягкая вода вызывают дефицит этого элемента. Магний вместе с другими эссенциальными микроэлементами участвует в регуляции АД, влияет на осмотический баланс за счет выраженного мочегонного эффекта. Известный дилатирующий эффект ионов Mg происходит из-за снижения реакции артерий на воздействие эндогенных вазоконстрикторов, таких как адреналин, альдостерон, вазопрессин, ангиотензин-2. Спазм сосудов происходит из-за низкой концентрации Mg. Чем выше содержание магния внутри клетки у пациентов с АГ, тем выше АД. Назначение препаратов, содержащих магний, с гипотензивными пре-

паратами повышает чувствительность сосудистого русла (Громова, 2006). При дефиците Mg активируется ренин-ангиотензин II-альдостерон;

повышается активность симпато-адреналовой системы (Itoh et al., 1995), снижаются эластические свойства аорты.

Таблица 1. Элементный состав волос и крови больных АГ

Элемент	Min	Max	Me (Q ₂₅ -Q ₇₅)	Допустимые уровни*	
				Нижний	Верхний
<i>Сыворотка крови</i>					
K, ммоль/л	3,1	4,9	4,1 (3,6-4,4)	3,5	5,1
Na, ммоль/л	136	156	140 (138-154)	136	145
Ca, ммоль/л	1,92	2,7	2,32 (2,13-2,47)	2,1	2,55
Mg, ммоль/л	0,48	1,39	0,96 (0,87-1,11)	0,78	1
Cl, ммоль/л	84,3	137,1	109,8 (98,7-120)	98	107
P, ммоль/л	0,57	2,04	1,19 (0,96-1,46)	0,71	1,52
Fe, мкмоль/л	4,1	32,2	17,1 (15,3-24,7)	11,6	31,3
<i>Волосы</i>					
Al, мг/кг	1,84	21,8	4,72 (4,01-5,58)	0	40
As, мг/кг	< 0,042	0,21	< 0,042 (0,042-0,07)	0	1
B, мг/кг	0,98	72,89	8,42 (2,07-20,86)	0	5
Ca, мг/кг	161	5036	991 (363-2048)	600	3000
Cd, мг/кг	< 0,0012	0,610	< 0,0012 (0,006-0,04)	0	0,25
Co, мг/кг	0,004	0,380	0,010 (0,008-0,01)	0,01	0,5
Cr, мг/кг	0,34	1,58	0,79 (0,61-1,06)	0,15	1
Cu, мг/кг	8,3	50,5	11,6 (10,1-14,9)	11	17
Fe, мг/кг	8,7	51,5	23,2 (17-31)	10	50
Hg, мг/кг	0,06	1,45	0,3 (0,2-0,49)	0	2
I, мг/кг	< 0,3	19,45	0,51 (0,3-0,63)	0,3	10
K, мг/кг	4,6	605	88,3 (25,4-277)	25	110
Li, мг/кг	< 0,012	0,08	< 0,012 (0,012-0,02)	0	0,1
Mg, мг/кг	13,6	603	96,8 (45,5-216)	60	200
Mn, мг/кг	0,17	10,24	0,65 (0,47-1,53)	0,25	1,8
Na, мг/кг	12	3192	266 (108-555)	50	250
Ni, мг/кг	0,06	1,55	0,17 (0,13-0,28)	0	2
P, мг/кг	130	208	160 (147-185)	140	170
Pb, мг/кг	0,03	7,8	0,25 (0,1-0,55)	0	3
Se, мг/кг	< 0,099	1,1	0,47 (0,25-0,51)	0,2	1,8
Si, мг/кг	9,1	69,1	29 (18,1-47,5)	13	50
Sn, мг/кг	0,03	18,35	0,15 (0,09-0,3)	0	2,5
Sr, мг/кг	0,64	27,05	4,37 (1,33-13,62)	0	20
V, мг/кг	0,09	0,33	0,15 (0,14-0,22)	0	0,3
Zn, мг/кг	50	293	161 (120-194)	180	230

Примечание: Max – максимальное значение в выборке; Min – минимальное значение в выборке; Me – медиана; Q₂₅ – нижний квартиль; Q₇₅ – верхний квартиль; * – по данным А.В. Скального (2003).

Также отмечалось повышение Na в крови ($149 \pm 1,06$ ммоль/л) и волосах (553 ± 156 мг/кг), Cl – в крови ($119,4 \pm 2,8$ ммоль/л). Источник Na – поваренная соль. В организм человека натрий поступает ежедневно в виде NaCl, содержится во многих пищевых продуктах: колбасных изделиях, икре, соленьях и т.д. Так, по условиям производства некоторых пищевых продуктов в них закладывается большое количество соли. Натрий

играет важную роль в регуляции осмотического давления и водного обмена. Избыток Na увеличивает объем циркулирующей крови, что ведет к повышению АД. Увеличение объема циркулирующей крови ведет к переполнению венозного русла, усиливается венозный возврат крови к сердцу, который приводит к компенсаторной вазоконстрикции, растет периферическое сопротивление, повышается АД. Отечность, набуха-

ние, уменьшение просвета артерий и капилляров, отек и набухание сосудистой стенки, рост периферического сопротивления происходят из-за повышенного поступления Na. Накопление Na в сосудистой стенке резко повышает ее чувствительность к сосудосуживающему влиянию симпатической нервной системы (Tobian, 1997; Ivanov et al., 2016).

Содержание токсичных и условно токсичных элементов (Al, As, B, Cd, Hg, Li, Ni, Pb, Sn, Sr, V) находилось ближе к нижней границе нормы: Al – $5,60 \pm 0,80$ мг/кг; As – $0,053 \pm 0,009$ мг/кг; B – $1,31 \pm 0,05$ мг/кг; Li – $0,018 \pm 0,004$ мг/кг; Ni – $0,29 \pm 0,06$ мг/кг; Sn – $1,16 \pm 0,73$ мг/кг; Sr – $8,28 \pm 1,74$ мг/кг; V – $0,18 \pm 0,01$ мг/кг, что свидетельствует о сниженной антропогенной нагрузке на организм человека.

Таким образом, анализ имеющихся данных о количественном содержании химических элементов показал, что в целом характерна значительная недостаточность эссенциальных элементов, в первую очередь Ca, Zn, Mg, за исключением Na и Cl, уровни которых превышали норму. Для каждого региона характерен свой «элементный портрет», изучение которого может оказать существенную помощь в понимании эпидемиологических данных, разработке, проведении профилактических мероприятий, направленных на снижение риска развития заболеваний, связанных с изменениями обеспеченности населения макро- и микроэлементов.

Также была проведена оценка корреляционных взаимосвязей между антропометрическими показателями, содержанием химических элементов в сыворотке крови и волосах обследованных пациентов различными параметрами (табл. 2).

Результаты свидетельствуют о том, что возраст пациентов значимо положительно связан с уровнем Ca в крови и уровнем K в волосах и отрицательно – с содержанием Co, Fe и Mn в волосах (Da Silva et al., 2017; Baudry et al., 2019). Рост отрицательно коррелирует с уровнем Ca, Mg, Si в волосах и положительно – с содержанием K.

Сходные связи отмечаются и для массы тела: пациенты с более высокой массой тела характеризуются относительно более низким содержанием Ca, Mg, Sn в волосах и более высоким – Hg. Вместе с тем у них отмечается и более высокое содержание K в волосах, которое коррелирует с ростом только на уровне тенденции ($p < 0,092$). Следует отметить, что достоверная положительная корреляция наблюдается между содержанием K в воло-

сах и индексом массы тела. Среди параметров элементного состава биологических образцов значимых корреляций практически не наблюдается. Отмечается лишь положительная связь между уровнем K в крови и Li волосах, а также между уровнем Na и в As волосах.

Таблица 2. Результаты расчета корреляции между антропометрическими показателями, содержанием химических элементов в сыворотке крови и волосах обследованных пациентов

Параметр 1	Параметр 2	Spearman <i>r</i>	<i>p</i> *
Возраст	Co_волосы	-0,45	0,024
Возраст	Fe_волосы	-0,51	0,01
Возраст	K_волосы	0,41	0,041
Возраст	Mn_волосы	-0,53	0,006
Возраст	Ca_кровь	0,47	0,018
Рост	Ca_волосы	-0,56	0,003
Рост	K_волосы	0,34	0,092
Рост	Mg_волосы	-0,59	0,002
Рост	Si_волосы	-0,51	0,009
Рост	Hg_волосы	0,052	0,008
Рост	Sr_волосы	-0,61	0,001
Масса тела	Ca_волосы	-0,5	0,011
Масса тела	Mg_волосы	-0,51	0,008
Масса тела	Hg_волосы	0,44	0,027
Масса тела	Sr_волосы	-0,52	-0,008
Масса тела	Na_кровь	0,29	0,013
ИМТ	K_волосы	0,44	0,028
K_кровь	Li_волосы	0,46	0,022
Na_кровь	As_волосы	0,45	0,024

Примечание: * – приведены только значимые корреляции.

Таблица 3. Отношения микро- и макроэлементов в биологических матрицах

Биологическая матрица	Отношения элементов	Степень АГ		
		I	II	III
Кровь	Ca / Mg / P	2,43	2,09	1,96
	Ca / P	2,29	1,86	1,9
	K / Mg	4,63	4,69	3,85
Волосы	Ca / Mg / P	0,09	0,16	0,08
	Ca / P	10,1	11,1	3,8
	K / Mg	4,33	5,55	3,23
Кровь / волосы	K	0,047	0,074	0,043
	Na	1,12	0,73	0,72
	Ca	0,004	0,004	0,005
	Mg	0,015	0,023	0,023
	P	0,007	0,008	0,009
	Fe	0,79	0,90	0,75

Таблица 4. Отношение шансов развития АГ (II) у взрослого населения Иркутска

Биологическая матрица	Дисбаланс элементов	Характеристики риска		
		RR	95%-ный ДИ (min-max)	χ^2, p
Кровь	K	0,508	0,1–2,6	1,31; $p > 0,05$
	Ca	0,611	0,1–4,3	7,39; $p < 0,05$
	Na	0,314	0,05–1,9	7,39; $p < 0,05$
	Mg	0,619	0,1–4,3	1,42; $p > 0,05$

Таблица 5. Относительный риск развития АГ у взрослого населения Иркутска

Биологическая матрица	Дисбаланс элементов	Характеристики риска			
		RR	95%-ный ДИ (min-max)	Чувствительность	Специфичность
Кровь	Ca / Mg / P	2,3	1,0–8,3	0,81	0,50
	Ca / P	2,3	1,0–8,4	0,58	0,75
	K / Mg	1,7	0,9–3,0	0,44	0,81
Волосы	Ca / Mg / P	0,5	0,3–1,1	0,44	0,25
	Ca / P	1,0	0,5–2,0	0,56	0,44
	K / Mg	1,1	0,6–2,4	0,44	0,63

Оценивая риски развития АГ, связанные с дисбалансом эссенциальных элементов, проводили статистическую обработку персонифицированных результатов химического анализа. Гендерных и возрастных особенностей выявлено не было, поэтому материалы по оценке риска развития АГ представлены для групп, включающих как мужчин, так и женщин (табл. 3).

В связи с выявленным дисбалансом химических элементов в крови и по отношению концентраций в крови и волосах рассчитаны показатели отношения шансов и относительного риска (табл. 4 и 5).

Результаты оценки дисбаланса ключевых элементов в крови более информативны, чем данные по отдельным элементам. Вероятно, наличие дисбаланса отражает либо комплексность воздействия фактора, либо выраженность дефицита или избытка одного элемента, повлекшего сдвиги микроэлементного пейзажа в целом (Тармаева и др., 2016). Кроме того, изученные индикаторы содержания ключевых элементов в волосах не имеют статистически значимых характеристик, что может являться следствием способности волос отражать длительное воздействие, в отличие от такой биологической матрицы, как кровь (Скальный и др., 2016; Alvarez et al., 2018; Chen et al., 2019; Zakrzewska et al., 2019).

Содержание химических элементов в волосах определяется не только воздействием постоянно действующих экологических факторов и образом жизни, но и накоплением транзитной экспозиции, связанной с приемом лекарственных средств, биологически активных добавок и т.п. (Скальный и др., 2016).

ВЫВОДЫ

Результаты исследований элементного статуса у больных АГ показали снижение уровня Са в крови на 4,3% от нормы, что составляет $2,01 \pm 0,05$ ммоль/л, в волосах – на 20% ($482 \pm 31,2$ мг/кг). В волосах отмечалось снижение уровня Zn на 9 % от нормы, что составляет 164 ± 12 мг/кг, снижение Mg в волосах ($154 \pm 3,3$ мг/кг) и крови ($0,64 \pm 0,04$ ммоль/л). Также наблюдалось повышение содержания Na в крови ($149 \pm 1,06$ ммоль/л) и волосах (553 ± 156 мг/кг), содержания Cl в крови ($119,4 \pm 2,8$ ммоль/л). Содержание токсичных и условно токсичных элементов (Al, As, B, Cd, Hg, Li, Ni, Pb, Sn, Sr, V) находилось ближе к нижней границе нормы: Al – $5,60 \pm 0,80$ мг/кг; As – $0,053 \pm 0,009$ мг/кг; B –

$1,31 \pm 0,05$ мг/кг; Cd – $0,049 \pm 0,024$ мг/кг; Hg – $0,38 \pm 0,06$ мг/кг; Li – $0,018 \pm 0,004$ мг/кг; Ni – $0,29 \pm 0,06$ мг/кг; Pb – $1,00 \pm 0,37$ мг/кг; Sn – $1,16 \pm 0,73$ мг/кг; Sr – $8,28 \pm 1,74$ мг/кг; V – $0,18 \pm 0,01$ мг/кг, что свидетельствует о сниженной антропогенной нагрузке на организм человека.

Таким образом, по результатам изучения элементного статуса как факторов риска АГ отмечается дисэлементоз (снижение уровня Ca, Zn, Mg при существенно более высоком содержании Na в волосах, снижение уровней Mg, Ca, повышение уровней Na, Cl в крови).

ЛИТЕРАТУРА

Безгодков И.В. Качество питьевой воды и риск для здоровья населения сельских территорий Иркутской области. Гигиена и санитария. 2015; 2:15–17.

Василовский А.М., Куркатов С.В. Гигиеническая оценка производства продуктов питания в Красноярском крае. Вопросы питания. 2012; 81(2):46–50.

ВОЗ [WHO]. URL: https://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/ru/ (дата обращения: 23.01.2020).

Громова О.А., Калачева А.Г., Торшин И.Ю. Недостаточность магния – достоверный фактор риска коморбидных состояний: результаты крупномасштабного скрининга магниевого статуса в регионах России. Фарматека. 2013; 6(256):14–24.

Демкина А.Е., Бойцов С.А. Жиры или углеводы укорачивают наши жизни? Что говорит исследование pure? Российский кардиологический журнал. 2018; 6:202–206. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zhiiry-ili-uglevody-ukorachivayut-nashi-zhizni-chto-govorit-issledovanie-pure> (дата обращения: 23.01.2020).

Курамшина Д.Б., Новикова Л.Б., Никонов А.А. Нарушение баланса микроэлементов у пациентов с ишемическим инсультом на фоне артериальной гипертонии. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2012; 112(3–2):42–46.

Мельникова М.М. Несбалансированное питание как фактор риска развития алиментарно-зависимых заболеваний. Вестник НГПУ. 2014; 1(17):197–202. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nesbalansirovannoe-pitanie-kak-faktor-riska-razvitiya-alimentarno-zavisimyh-zabolevaniy> (дата обращения: 23.01.2020).

Сидоров П.И., Совершаева Е.П. Синергетическая биопсихосоциодуховная концепция артериальной гипертонии. Экология человека. 2015; 1:49–60.

Скальный А.В. Микроэлементы: бодрость, здоровье, долголетие. М.: Эксмо, 2010. 288 с.

Скальный А.В., Березкина Е.С., Демидов В.А., Грабкелис А.Р., Скальная М.Г. Эколого-физиологическая оценка элементного статуса взрослого населения Республики Башкортостан. Гигиена и санитария. 2016; 95(6):533–538. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologo-fiziologicheskaya-otsenka-elementnogo-statusa-vzroslogo-naseleniya-respubliki-bashkortostan> (дата обращения: 23.01.2020).

Скальный А.В., Сальникова Е.В., Кван О.В., Сизенцов А.Н., Сальников И.А. Изучение взаимосвязи биоаккумуля-

ции цинка в продуктах питания и организме человека на территории Оренбургской области. Вестник ОГУ. 2016; 10(198):79–81. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vzaimosvyazi-bioakkumulyatsii-tsinka-v-produktah-pitaniya-i-organizme-cheloveka-na-territorii-orenburgskoy-oblasti> (дата обращения: 23.01.2020).

Тармаева И.Ю., Баглушкина С.Ю., Ефимова Н.В. Оценка дисбаланса химических элементов у пациентов с артериальной гипертензией. Казанский медицинский журнал. 2016; 4:501–507. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-disbalansa-himicheskikh-elementov-u-patsientov-s-arterialnoy-gipertenziei> (дата обращения: 23.01.2020).

Тармаева И.Ю., Скальный А.В., Богданова О.Г., Грабкис А.Р., Белых А.И. Элементный статус взрослого трудоспособного населения Республики Бурятия. Медицина труда и промышленная экология. 2019; 5:308–313. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-5-308-313.

Таюпова И.М. К вопросу рационального питания, коррекции микронутриентного статуса, профилактики и лечения дефицита железа у беременных. Вопросы питания. 2015; 84(2):25–33. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ratsionalnogo-pitaniya-korreksii-mikronutrientnogo-statusa-profilaktiki-i-lecheniya-defitsita-zheleza-u-beremennykh> (дата обращения: 23.01.2020).

Турчанинов Д.В., Вильмс Е.А., Турчанинова М.С., Шупина М.И. Нарушения структуры питания населения Западной Сибири как фактор риска формирования болезней кровообращения. Профилактическая и клиническая медицина. 2013; 2(47):56–61.

Тутельян В.А., Погожева А.В., Егоренкова Н.П. и др. Диагностика риска неинфекционных заболеваний. Якутский медицинский журнал. 2015; 3:74–76.

Фролова О.А., Тафеева Е.А., Фролов Д.Н., Бочаров Е.П. Алиментарно-зависимые заболевания населения и гигиеническая характеристика факторов риска их развития на территории республики Татарстан. Гигиена и санитария. 2018; 97(5):470–473. URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/alimentarno-zavisimye-zabolevaniya-naseleniya-i-gigienicheskaya-harakteristika-faktorov-riska-ih-razvitiya-na-territorii-respubliki](https://cyberleninka.ru/article/n/alimentarno-zavisimye-zabolevaniya-naseleniya-i-gigienicheskaya-harakteristika-faktorov-riska-ih-razvitiya-na-territorii-respubliki-tatarstan) (дата обращения: 23.01.2020).

Хамитова Р.Я., Сабирзянов А.Р., Зиятдинов В.Б. Региональные факторы риска смертности взрослого населения от ведущих неинфекционных заболеваний. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2017; 4:203–207. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regionalnye-factory-riska-smertnosti-vzroslogo-naseleniya-ot-veduschih-neinfektsionnyh-zabolevaniy> (дата обращения: 23.01.2020).

Чабанова Н.Б., Матаев С.И., Василькова Т.Н., Шевлюкова Т.П., Трошина И.А. Роль алиментарных факторов и ожирения у беременных женщин в развитии акушерской и перинатальной патологии. Вопросы питания. 2017; 86(4):6–21. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00055. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-alimentarnykh-faktorov-i-ozhireniya-u-beremennykh-zhenschin-v-razviti-i-akusherskoy-i-perinatalnoy-patologii> (дата обращения: 23.01.2020).

Чазова И.Е., Ощепкова Е.В. Итоги реализации Федеральной целевой программы по профилактике и лечению артериальной гипертензии в России в 2002–2012 гг. Вестник РАМН. 2013; 2:4–11.

Шибанова Н.Ю. Гигиеническая оценка особенностей пищевого поведения и антропометрических показателей шахтеров Кузбасса. Гигиена и санитария. 2011; 3:44–47.

Alvarez J.C., Lasne L., Etting I., Cheron G., Abadie V., Fabresse N., Larabi I.A. Hair analysis does not allow to discriminate between acute and chronic administrations of a drug in young children. International journal of legal medicine. 2018; 132(1): 165-172. DOI: 10.1007/s00414-017-1720-5

Annapurna D., Sujatha P., Sudha J. A study of oral magnesium supplementation in patients with essential hypertension. Journal of evolution of medical and dental sciences-jemds. 2015; 4(10):1591-1597. DOI: 10.14260/jemds/2015/224

Baudry J, Kopp J.F., Boeing H., Kipp A.P., Schwerdtle T., Schulze M.B. Changes of trace element status during aging: results of the EPIC-Potsdam cohort study. European journal of nutrition. 2019. DOI: 10.1007/s00394-019-02143-w

Bornhorst J., Kipp A.P., Haase H., Meyer S., Schwerdtle T., The crux of inept biomarkers for risks and benefits of trace elements. Trac-trends in analytical chemistry. 2018; 104(SI):183-190. DOI: 10.1016/j.trac.2017.11.007

Chen Z., Zhang Q., Chen S.H., Wang W.W., Liu G.X., Deng H.H. Determination, intercorrelation and intraindividual stability of five steroids in hair, saliva and urine among chinese college students. Steroids. 2019; 149 (108418). DOI: 10.1016/j.steroids.2019.05.010

Da Silva A.L.C., Urbano M.R., Lopes A.C.B.D., Carvalho M.D.H., Buzzo M.L., Peixe T.S., Aschner M., Mesas A.E., Paoliello M.M.B. Blood manganese levels and associated factors in a population-based study in Southern Brazil. Journal of toxicology and environmental health-part a-current issues. 2017; 80(19-21):1064-1077. DOI: 10.1080/15287394.2017.1357354

Ivanov V., Ivanova S., Kalinovskiy T., Niedzwiecki A., Rath M., Inhibition of collagen synthesis by select calcium and sodium channel blockers can be mitigated by ascorbic acid and ascorbyl palmitate. American journal of cardiovascular disease. 2016; 6(2):26-35.

Tehrani S.S., Khatami S.H., Saadat P., Sarfi M., Ahangar A.A., Daroie R., Firouzjahi A., Maniati M. Association of serum magnesium levels with risk factors, severity and prognosis in ischemic and hemorrhagic stroke patients. Caspian journal of internal medicine. 2020; 11(1): 83-91. DOI: 10.22088/cjim.11.1.83

Zakrzewska A, Kuczynska J., Dermanowski M., Wyszogrodzka E., Dominiak M., Mierzejewski P. Levitiracetam concentration in hair is associated with the time schedule of administration: Study on rats. Basic & Clinical pharmacology & Toxicology. 2019; 126 (1): 51-58. DOI: 10.1111/bcpt.13292

Zhu Q., Yao Y., Ning C.X., Zhao Y.L., Trace element levels in the elders over 80 from the hainan province of China. Journal of nutrition health & aging. 2019; 23(9):883-889. DOI: 10.1007/s12603-019-1239-1.

ELEMENTAL STATUS OF PATIENTS OF LABOR POPULATION WITH ARTERIAL HYPERTENSION

N.A. Tarmaeva^{1}, V.A. Haptanova¹, O.G. Bogdanova²*

¹ Irkutsk State Medical University, Krasnogo Vosstaniya str. 2, Irkutsk, 664003

² East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, 12a microdistrict, 3, Angarsk, 665827

ABSTRACT. When studying the elemental status in patients with working-age arterial hypertension living in the city of Irkutsk, dyslementosis was observed, which manifested itself in a decrease in the level of Ca in the blood by 4.3% of the norm, which is 2.01 ± 0.05 mmol / l, in hair – by 20% (482 ± 31.2 mg / kg). In the hair, a decrease in Zn level by 9% from the norm was noted, which is 164 ± 12 mg / kg, a decrease in Mg in the hair (154 ± 3.3 mg / kg) and blood (0.64 ± 0.04 mmol / l). An increase in the Na content in the blood (149 ± 1.06 mmol / L) and hair (553 ± 156 mg / kg), and the Cl content in the blood (119.4 ± 2.8 mmol / L) was also noted. The content of toxic and conditionally toxic elements (Al, As, B, Cd, Hg, Li, Ni, Pb, Sn, Sr, V) was closer to the lower limit of the norm: Al – 5.60 ± 0.80 mg / kg; As – 0.053 ± 0.009 mg / kg; B – 1.31 ± 0.05 mg / kg; Cd – 0.049 ± 0.024 mg / kg; Hg – 0.38 ± 0.06 mg / kg; Li – 0.018 ± 0.004 mg / kg; Ni – 0.29 ± 0.06 mg / kg; Pb – 1.00 ± 0.37 mg / kg; Sn – 1.16 ± 0.73 mg / kg; Sr – 8.28 ± 1.74 mg / kg; V – 0.18 ± 0.01 mg / kg, which indicates a reduced anthropogenic load on the human body.

KEYWORDS: hypertension, mineral elements, disbalance.

REFERENCES

- Bezgodov, I. V. Kachestvo pit'evoy vody i risk dlja zdorov'ja naselenija sel'skih territorij Irkutskoj oblasti. *Gigiena i sanitarija*. 2015; 2:15–17 [in Russ].
- Vasilovsky A. M., Kurkatov S. V. *Gigienicheskaja ocenka proizvodstva produktov pitaniya v Krasnojarskom krae. Voprosy pitaniya*. 2012; 81(2):46–50 [in Russ].
- ВОЗ [WHO]. URL: https://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/ru/ (дата обращения: 23.01.2020).
- Gromova O.A., Kalachaeva A.G., Torshin I.Yu. Nedostatochnost' magnija – dostovernij faktor riska komorbidnyh sostojanij: rezul'taty krupnomasshtabnogo skrininga magnievogo statusa v regionah Rossii. *Farmateka*. 2013; 6(256):14–24 [in Russ].
- Demkina A.E., Bojcov S.A. Zhiry ili uglevody ukorachivajut nashi zhizni? Chto govorit issledovanie pure?. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal*. 2018; 6:202–206 [in Russ].
- Kuramshina D. B., Novikova L. B., Nikonov A. A. Narushenie balansa mikrojelementov u pacientov s ishemicheskim insultom na fone arterial'noj gipertonii. *Zhurnal nevrologii i psixiatrii im. S.S. Korsakova*. 2012; 112(3–2):42–46 [in Russ].
- Mel'nikova M.M. Nesbalansirovanoe pitanie kak faktor riska razvitija alimentarno-zavisimyh zabolevanij. *Vestnik NGPU*. 2014; 1(17):197–202 [in Russ].
- Sidorov P.I., Sovershaeva E. P. Sinergeticheskaja biopsihosocioduhovnaja koncepcija arterial'noj gipertonii. *Jekologija cheloveka*. 2015; 1:49–60 [in Russ]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sinergeticheskaya-biopsihosotsioduhovnaya-kontsepsiya-arterialnoy-gipertonii> (дата обращения: 23.01.2020).
- Skalny A.V. *Mikrojelementy: bodrost', zdorov'e, dolgoletie*. Moscow: Jeksno, 2010. 288 p. [in Russ].
- Skalny A.V., Berezkina E.S., Demidov V.A., Grabeklis A.R., Skalnaya M.G. *Jekologo-fiziologicheskaja ocenka jelementnogo statusa vzroslogo naselenija Respubliki Bashkortostan. Gigiena i sanitarija*. 2016; 6:533–538 [in Russ].
- Skalny A.V., Salnikova E.V., Kwan O.V., Sizentsov A.N., Salnikov I.A. *Izuchenie vzaimosvjazi bioakkumuljaciei cinka v produktah pitaniya i organizme cheloveka na territorii Orenburgskoj oblasti. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2016; 10(198):79–81 [in Russ].
- Tarmaeva I.Yu., Baglushkina S.Yu., Efimova N.V. *Ocenka disbalansa himicheskikh jelementov u pacientov s arterial'noj gipertenziej. Kazanskij medicinskij zhurnal* 2016; 97(4):501–507 [in Russ].
- Tarmaeva I. Y., Scalniy A. V., Bogdanova O. G., Grabeklis A. R., Belykh, A.I. *Jelementnyj status vzroslogo trudosposobnogo naselenija Respubliki Burjatija. Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. 2019; 5:308–313 [in Russ].
- Tayupova I. M. *K voprosu racional'nogo pitaniya, korekcii mikronutrientnogo statusa, profilaktiki i lechenija deficita zheleza u beremnyh. Voprosy pitaniya*. 2015; 84(2):25–33 [in Russ].
- Turchaninov D.V., Wilms E.A., Turchaninova M.S., Shupina M.I. *Narusheniya struktury pitaniya naselenija Zapadnoj Sibiri kak faktor riska formirovaniya boleznij krovoobrashhenija. Profilakticheskaja i klinicheskaja medicina*. 2013; 2(47):56–61 [in Russ].
- Tutel'jan V.A., Pogozheva A.V., Egorenkova N.P. et al. *Diagnostika riska neinfekcionnyh zabolevanij. Jakutskij medicinskij zhurnal*. 2015; 3:74–76 [in Russ].

- Frolova O.A., Tafeeva E.A., Frolov D.N., Bocharov E.P. Alimentarno-zavisimye zabolevaniya naseleniya i gigienicheskaja harakteristika faktorov riska ih razvitiya na territorii respubliky Tatarstan. *Gigiena i sanitarija*. 2018; 97(5):470–473 [in Russ].
- Hamitova R.Ja., Sabirzjanov A.R., Ziatdinov V.B. Regional'nye faktory riska smertnosti vzroslogo naseleniya ot vedushhih neinfekcionnyh zabolevanij. *Problemy social'noj gigieny, zdravoohraneniya i istorii mediciny*. 2017; 4:203–207 [in Russ].
- Chabanova N.B., Mataev S.I., Vasil'kova T.N., Shevljukova T.P., Troshina I.A. Rol' alimentarnyh faktorov i ozhireniya u beremennyh zhenshhin v razvitiu akusherskoj i perinatal'noj patologii. *Voprosy pitaniya*. 2017; 86(4):6–21 [in Russ].
- Chazova I.E., Oshhepkova E.V. Itogi realizacii Federal'noj celevoj programmy po profilaktike i lecheniju arterial'noj gipertenzii v Rossii v 2002–2012 gg.. *Vestnik RAMN*. 2013; 2: 4–11 [in Russ].
- Shibanova N.Yu. Gigienicheskaja ocenka osobennostej pishhevoogo povedeniya i antropometricheskikh pokazatelej shahterov Kuzbassa]. *Gigiena i sanitarija*. 2011; 3:44–47 [in Russ].
- Alvarez J.C., Lasne L., Etting I., Cheron G., Abadie V., Fabresse N., Larabi I.A. Hair analysis does not allow to discriminate between acute and chronic administrations of a drug in young children. *International journal of legal medicine*. 2018; 132(1): 165–172. DOI: 10.1007/s00414-017-1720-5
- Annapurna D, Sujatha P, Sudha J. A study of oral magnesium supplementation in patients with essential hypertension. *Journal of evolution of medical and dental sciences-jemds*. 2015; 4(10):1591-1597. DOI: 10.14260/jemds/2015/224
- Baudry J, Kopp J.F., Boeing H., Kipp A.P., Schwerdtle T., Schulze M.B. Changes of trace element status during aging: results of the EPIC-Potsdam cohort study. *European journal of nutrition*. 2019. DOI: 10.1007/s00394-019-02143-w
- Bornhorst J., Kipp A.P., Haase H., Meyer S., Schwerdtle T., The crux of inept biomarkers for risks and benefits of trace elements. *Trac-trends in analytical chemistry*. 2018; 104(SI):183-190. DOI: 10.1016/j.trac.2017.11.007
- Chen Z., Zhang Q., Chen S.H., Wang W.W., Liu G.X., Deng H.H. Determination, intercorrelation and intraindividual stability of five steroids in hair, saliva and urine among chinese college students. *Steroids*. 2019; 149 (108418). DOI: 10.1016/j.steroids.2019.05.010
- Da Silva A.L.C., Urbano M.R., Lopes A.C.B.D., Carvalho M.D.H., Buzzo M.L., Peixe T.S., Aschner M., Mesas A.E., Paoliello M.M.B. Blood manganese levels and associated factors in a population-based study in Southern Brazil. *Journal of toxicology and environmental health-part a-current issues*. 2017; 80(19-21):1064-1077. DOI: 10.1080/15287394.2017.1357354
- Ivanov V., Ivanova S., Kalinovsky T., Niedzwiecki A., Rath M., Inhibition of collagen synthesis by select calcium and sodium channel blockers can be mitigated by ascorbic acid and ascorbyl palmitate. *American journal of cardiovascular disease*. 2016; 6(2):26-35.
- Tehrani S.S., Khatami S.H., Saadat P., Sarfi M., Ahangar A.A., Daroie R., Firouzjahi A., Maniati M. Association of serum magnesium levels with risk factors, severity and prognosis in ischemic and hemorrhagic stroke patients. *Caspian journal of internal medicine*. 2020; 11(1): 83-91. DOI: 10.22088/cjim.11.1.83
- Zakrzewska A, Kuczynska J., Dermanowski M., Wyszogrodzka E., Dominiak M., Mierzejewski P. Levetiracetam concentration in hair is associated with the time schedule of administration: Study on rats. *Basic & Clinical pharmacology & Toxicology*. 2019; 126 (1): 51-58. DOI: 10.1111/bcpt.13292
- Zhu Q., Yao Y., Ning C.X., Zhao Y.L., Trace element levels in the elders over 80 from the hainan province of China. *Journal of nutrition health & aging*. 2019; 23(9):883-889. DOI: 10.1007/s12603-019-1239-1.